625.8 .K94 C.1
Handbuch des gesammten
Stanford University Libraries
3 6105 046 963 877

K94

The Hopkins Library
presented to the
Leland Stanford Junior University
by Timothy Hopkins.

Digitized by Google

Digitized by Google

Handbuch

des

Gesammten Strassenbaues in Städten.

Digitized by Google

Handbuch

des

Gesammten Strassenbaues

in

Städten.

Zum

practischen Gebrauche für Ingenieure u. städtische Behörden

sowie

zum Selbststudium für Studirende des Wegebaues.

Mit besonderer Berücksichtigung der in neuerer Zeit ausgeführten Pflasterungsversuche in den Hauptstädten des Deutschen Reiches und des Auslandes.

Von

Richard Krüger

Bauingenieur und Docent.

Mit 171 Holzschnitten und vielen Tabellen.

Jena,

Hermann Costenoble.

1881.

E. H.

Digitized by Google

LELAND STANFORD JUNIOR
LIBRARY
UNIVERSITY
7E 916

Druck von Oskar Bonde in Altenburg.

Digitized by Google

Vorrede.

In den früher über Strassenbau erschienenen Hand- und Lehrbüchern sind die verschiedenen Pflasterungssysteme gewöhnlich nur sehr kurz und unvollständig behandelt worden.

v. Kaven begnügt sich in seinem sonst sehr umfangreichen, allerdings nur als Manuscript gedruckten Werk über „Wegebau" (Hannover 1870, 2. Auflage) mit der wörtlichen Wiedergabe einer Instruction für Steinpflasterungen, nämlich der „Technischen Anweisung zum Bau und zur Unterhaltung der Kunststrassen in Hannover (1860)", und lässt ganz unberücksichtigt die nicht minder wichtigen Asphalt- und Holzpflasterungen, sowie die Eisen- und Cementbetonpflasterungen, während beispielsweise Ahlburg in seinem Werke „Der Strassenbau" (Braunschweig 1870) sich noch kürzer fasst, indem er sämmtliche Pflasterbahnen auf Seite 131—137 seines Werkes, also auf weniger als sieben — sage 7 Druckseiten (!) erledigt.

Diese Brocken konnten selbstverständlich weder dem Praktiker, noch dem Theoretiker von irgend einem Nutzen und Vortheil sein, und dem langgefühlten Bedürfniss nach einem möglichst ausführlichen Werke über Wegebau war durch diese Arbeiten nicht abgeholfen.

Als daher an mich von Fachseite die Aufforderung erging, eine von mir verfasste Schrift über Asphalt-, Eisen- und Holzpflasterungen so zu erweitern, dass in derselben Alles in Bezug auf den Strassenbau, vornehmlich aber eine ganz genaue, ausführliche Beschreibung sämmtlicher, bisher zur Ausführung ge-

Digitized by Google

kommenen „Stein-, Asphalt-, Eisen-, Holz- und Cementpflasterungen“ enthalten sein sollte, da entsprach ich gern diesem Wunsche, verhehlte mir aber die Schwierigkeit meiner Arbeit nicht, mich durch die bis dahin noch sehr wenig gesichtete Stoffmenge hindurchzuarbeiten und aus ihr das Zweckmässigste auszuwählen und das Brauchbarste zu benutzen.

Als ich die Ausarbeitung begann, da waren eigentlich nur die beiden obengenannten Handbücher die beliebteren Wegebauwerke, die paar übrig bleibenden waren zumeist schon veraltet. — Die Herstellung der vielen Skizzen, die über ein Jahr hinnahm, die Nothwendigkeit genauer Correcturen und wiederholentlicher Revisionen, sowie mancherlei andre mit der Drucklegung solcher Sachen verknüpfte Umstände machten erst jetzt das Erscheinen des Ganzen möglich. In der langen Zwischenzeit sind nun zwei neue Werke über Wegebau im Buchhandel erschienen, die aber ebenfalls grade die verschiedenen Pflasterungssysteme mit Kürze behandeln, so dass durch sie mein Handbuch nicht entbehrlich geworden ist.

In demselben habe ich zunächst nur den **„gesammten Strassenbau in Städten“** bearbeitet, und also hauptsächlich den städtischen Baubehörden und ihrem Personale ein Hilfs- und Nachschlagebuch schaffen wollen, in welchem sie Alles vorfinden sollten, was sie bei der Wahl des zweckmässigsten Pflasters, seiner Herstellung u. s. w. u. s. w. nöthig haben. Sodann aber sollte es auch für die Studirenden des Wegebaues, weil auf den technischen Hochschulen wegen Mangels an Zeit die Pflasterungen gar nicht oder doch nur sehr kurz vorgetragen zu werden pflegen, sowie für alle, mit diesen Disciplinen nicht sehr vertrauten Bauingenieure ein Lehrbuch sein und schliesslich auch dem Baumeister für Landstrassen und Chausseen einigen Nutzen und Vortheil gewähren. —

Ueber die Vertheilung des Stoffes in meiner Arbeit möchte ich mir folgende Bemerkungen erlauben.

Im ersten Abschnitte habe ich die Widerstände, Längen- und Querprofile ausführlich bearbeitet und mit

Digitized by Google

vielen Formeln, Tabellen und Zeichnungen versehen, auch die bezüglichen Baupolizeigesetze, die mir zur Hand waren, angeführt, wobei ich bemerke, dass ich bei dieser Arbeit von den Magistraten bezw. Stadtbauämtern in Baden-Baden, Basel, Berlin, Breslau, Carlsruhe, Cöln, Dresden, Frankfurt a. M., Leipzig, London, New-York, Stettin, Strassburg i. E., Stuttgart und Warschau auf das Freundlichste unterstützt wurde, wofür ich den genannten Behörden hier meinen wärmsten Dank ausspreche.

Im zweiten Abschnitte sind von mir die Elemente des Erdbaues, namentlich die Einschnitts- und Dammbildungen und auch das Massennivellement ganz kurz behandelt worden, da erstere in unseren Städten nur selten nöthig werden und für letzteres fast jede Baubehörde ihre eigene Methode hat, — während ich wieder einen grossen Werth auf die wichtigen Entwässerungsanlagen legte und auch nicht unterliess, die Elemente der Canalisation der Städte zu entwickeln, weil man heutzutage diese im Strassenbau grösserer Städte berücksichtigen muss.

Der folgende Theil des Handbuches enthält eine genaue, ausführliche Beschreibung sämmtlicher Geräthe und Maschinen, die im Strassenbau Verwendung finden. Auf diesen Abschnitt verwendete ich ganz besondere Mühe, weil bisher in keinem Werke über Wegebau auf sie die gehörige Rücksicht genommen worden ist. So namentlich sind nunmehr die verschiedenen Systeme der Steinbrech- und Kiessortirungsmaschinen, der Pferde- und Dampfwalzen, der in jüngster Zeit grosse Verbreitung findenden Kehr- und Abzugsmaschinen, Sprengwagen u. s. w. u. s. w. an der Hand klarer und guter Skizzen und Abbildungen besprochen worden, die mir von mehreren hervorragenden Fabriken mit den nöthigen Beschreibungen gern zur Verfügung gestellt wurden.

Nach dieser umfangreichen Einleitung, die für sich schon einen Band zu bilden vermag, bin ich nun zu den gesammten Steinpflasterungen übergegangen, zu denen mir vor allem die »Technische Anweisung zum Bau und zur Unterhaltung der Kunststrassen in Hannover«

Digitized by Google

und die Berichte der obengenannten Behörden als Grundlage dienten, während ich jedoch auch als Quellen mehrere Bücher, Broschüren und Zeitschriften benutzte, von denen ich hier nur die Werke von v. Kaven und Ahlburg, das »Deutsche Bauhandbuch« und die »Deutsche Bauzeitung« anführen will. Gleichwohl habe ich durch diese Hilfsmittel meine Ansicht nicht beeinflussen lassen. — Die Steinpflasterungen, welche mit einer genauen Beschreibung aller zur Pflasterung erforderlichen Steinmaterialien beginnen und u. A. auch die wichtige Operation des Walzens in sich schliessen, umfassen nicht weniger als 11 Druckbogen, ein Beweis, wie ausführlich ich sämmtliche mir bekannten Systeme behandelt habe. Neu, d. h. noch in keinem Werke meines Wissens genau besprochen, sind in diesem Handbuche die Pflasterungen mit theergetränkten Ziegelsteinen, mit Hohofenschlacken, mit patentirten künstlichen Pflastersteinen nach der Methode des Königl. Maschineninspectors E. Braun in Saarbrücken, und die Mettlacher Thonfliessenpflasterungen. Den Schluss dieses Abschnittes bilden die Abnutzung, die Dauer und der Unterhaltungsbetrieb sämmtlicher Steinpflasterungen, ferner Vergleiche und Kostenberechnungen. —

Die folgenden 4 Abschnitte enthalten alle möglichen Arten von »Asphalt-, Cementbeton-, Eisen- und Holzpflasterungen«.

Zu dem Asphaltpflaster benutzte ich das empfehlenswerthe Werk von Dr. L. Meyn »Der Asphalt«, doch entnahm ich den Stoff zum V. Abschnitt zumeist den, von mir veröffentlichten Arbeiten über das Asphaltpflaster, mit welchem ich mich jahrelang eifrig beschäftigt habe. Das Cementbetonpflaster war mir fast neu, da es wol sehr selten zur Ausführung gekommen ist. Der Vollständigkeit halber wollte ich es aber nicht fehlen lassen und hielt ich mich deshalb streng bei seiner Bearbeitung an das anerkannt gute Werk von v. Mihálik »Praktische Anleitung zum Betonbau« (Wien 1859).

Zu den Eisen- und Holzpflasterungen benutzte ich ausser eigenen kleineren Abhandlungen alle mir zu Gebote

Digitized by Google

stehenden*) deutschen, englischen, französischen und amerikanischen Fachzeitschriften, wurde jedoch auch von den Kaiserl. deutschen Generalkonsulaten in London und New-York unterstützt, wofür ich diesen ebenfalls meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Da, wo ich es für rathsam hielt, habe ich die benutzten Artikel nicht umgearbeitet, sondern im Auszug gegeben. Uebrigens habe ich nicht nur hier, sondern überhaupt im ganzen Werke stets gewissenhaft die Quelle angegeben, aus welcher ich geschöpft. —

Den Bau der Trottoirs, Promenaden, Reitwege, Pracht- und Kaistrassen glaubte ich sehr kurz nach den ausführlichen Erörterungen der vorhergehenden Abschnitte fassen zu können, ohne Ungenaues oder Unvollständiges zu bringen.

Im letzten Abschnitt habe ich nun alle meine Beobachtungen und die nach reiflicher Ueberlegung in mir gebildeten Ansichten verwendet zu umfangreichen Vergleichen sämmtlicher Pflasterungssysteme und die schwierige Frage »Welches ist das rationellste Pflaster?« gewissenhaft zu beantworten gesucht.

Endlich habe ich auch dem Handbuche einen Anhang gegeben, in welchem specielle Bedingungen für die Lieferung von Kies und Pflastersteinen, zur Ausführung der Kiesunterbettung und Neu- und Umpflasterungen, für Fuhrleistungen u. s. w., wie solche in Berlin gestellt werden, veröffentlicht sind, die gewiss die Baubehörden andrer Städte interessiren werden. — —

Aus diesen Mittheilungen wird der geschätzte Leser wol schon zur Genüge ersehen haben, dass ich es nicht an Fleiss und Mühe habe fehlen lassen, um etwas Brauchbares, dem Zweck Entsprechendes zu liefern. Ob mir die Erreichung meines Zieles gelungen ist, das muss ich der Beurtheilung von Sachverständigen überlassen. Die Bitte möchte ich mir aber auszusprechen erlauben, freundlichst über etwaige Ungenauigkeiten und Irrthümer

*) Ich war in der glücklichen Lage, drei grosse Bibliotheken, nämlich die der Kgl. techn. Hochschulen zu Berlin und Hannover und des Ingenieurvereins, benutzen zu können.

Digitized by Google

hinwegzusehen oder dieselben gütigst mir zu berichtigen, sowie mir auch Neues auf dem von mir behandelten Gebiete zuzusenden, damit ich diese Beiträge bei einer etwaigen zweiten Auflage berücksichtigen und benutzen kann. — Mein Beruf nimmt Zeit und Kräfte sehr in Anspruch, so dass mir zur Ausarbeitung des Handbuches nur die Abend- und Nachtstunden zur Verfügung standen.

Zum Schluss halte ich es für meine Pflicht, meinem Verleger, Herrn Hermann Costenoble in Jena, sowie dessen Bruder, Herrn Königl. Baumeister Costenoble in Magdeburg, meinen ergebensten Dank auszusprechen, dem ersteren für die vorzügliche Ausstattung des Buches, dem letzteren dafür, dass er mir mit Rath und That treu zur Seite stand.

Auch muss ich anerkennend hervorheben, dass die Xylographische Anstalt von Ferdinand Tegetmeyer in Leipzig, Inselstrasse 19, nach den von mir entworfenen Skizzen und Zeichnungen mit grossem Fleisse und Verständniss klare, correct ausgeführte Holzschnitte gefertigt hat, welche gewiss zur Zierde des Buches dienen werden.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorrede . . . . . V—X

Erster Abschnitt.

Widerstände, Längen- und Querprofile der Strassen.

§ 1. Kurze Entwickelungsgeschichte und Werth der Strassen 1—8
Fussweg, Reitweg, Fahrweg. — Strassenbauten des Alterthums. — Strasse der Etrusker und alte Heerstrasse der Römer. — Via Appia. — Aelteste Strassen in Deutschland. — Werth der Strassen und ihre verschiedenen Befestigungen.

§ 2. Die Construction und das Gewicht der gebräuchlichsten Strassenfuhrwerke . . . . . 9—17
Construction der Karren und Wagen, im Besonderen ihre Radbildung. — Gesetzliche Breite der Radfelgenbeschläge in der Provinz Hannover. — Achsenstärke der Fuhrwerke. — Berliner Polizeiverordnung. — Gewicht der beladenen und unbeladenen Fuhrwerke in Frankreich, England, Deutschland, mit mehreren Tabellen. — Länge der Berührungszonen verschiedener Felgenbreiten. — Verordnung, den Verkehr auf Kunststrassen betreffend.

§ 3. Die Zugkraft unserer Lastthiere . . . . . 18—20
Berechnung der Zugkraft, Geschwindigkeit, Arbeitszeit des Pferdes nach der Formel von Maschek-Gerstner nebst Tabelle.

§ 4. Die Zugwiderstände auf unseren Strassen . . . . . 20—28
Berechnung der verschiedenen Widerstände und theoretische Betrachtungen. — Tabellen der Widerstandscoefficienten für Fuhrwerke nach Weisbach, dem „Deutschen Bauhandbuche“ und Bokelberg. — Beispiele. — Berechnung des Widerstandes, falls Räder über feste, scharfkantige Erhöhungen weggehen.

§ 5. Welchen Anforderungen hat die Strasse zu genügen? 28—30

§ 6. Das Längenprofil der Strassen . . . . . 30—34
Welche Steigung ist die zweckmässigste? — Tabelle der Maximalsteigung besteinter Kunststrassen. — Die Curven und Berechnung ihrer Radien nebst Tabelle.

Digitized by Google

Seite

§ 7. Das Querprofil der städtischen Strassen . . . . . 35—48
Die Abhängigkeit der Strassenbreite nach der Grösse, dem Verkehre und der Häuserhöhe. Die Normalbreite der Strassen in Berlin, Mainz (Magdeburg, Görlitz, Genf, Nürnberg, Antwerpen), Breslau, Frankfurt a. M., Stuttgart, Stettin, Carlsruhe, Basel, Leipzig, Hannover, Cöln a. Rhein (nebst Polizeiverordnung und Tabelle), Kristiania, Baden-Baden, Dresden, Strassburg i. E., Madrid, Paris (nebst Tabelle), Budapest, Hamburg. — Formel für die Breite der Strasse nach der Grösse des auf ihr herrschenden Verkehres. — Breite der Trottoirs mehrerer Städte. — Schematische Skizzen nebst Erläuterungen von verschiedenen Querprofilen der Fahrdämme und Trottoirs, mit Tabellen.

§ 8. Allgemeines über die Grösse und Form der Plätze . . 48—50

§ 9. Grundzüge für Stadterweiterungen . . . . . 50—57
Grundzüge nach technischen, wirthschaftlichen und polizeilichen Beziehungen nach den Aufstellungen des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. — Jährliches Wachsthum verschiedener Städte. — Tabelle der Flächengrösse verschiedener Stadttheile Berlins pro Kopf der Bevölkerung. — Blocktiefen. — Das Rechteck- oder Parallelsystem. — Das Radialsystem. — Vortheile, Nachtheile und Vergleiche der verschiedenen Systeme.

§ 10. Das Abstecken der Strasse . . . . . 57—61
Absteckung der Kreis-, Parabel- und Korbbögen. Genaue Beschreibung mehrerer Verfahren.

§ 11. Das Nivellement, die anzufertigenden Zeichnungen und kurze Beschreibung der praktischen Ausführung des Projectes . . . . . 61—63

§ 12. Die Massenermittelung . . . . . 63—66
Berechnung der Erdmassen und Annäherungsverfahren.

Zweiter Abschnitt.

Elemente des Erdbaues. — Entwässerungsanlagen. — Canalisation der Städte.

§ 13. Eintheilung, Gewinnung und Lösungskosten der verschiedenen Bodenarten . . . . . 67—70
Tabellen der Tagewerke und des Preises für das Lösen und Laden der Bodenarten.

§ 14. Untersuchung des Bodens . . . . . 70—71
Untersuchungen durch Bohrungen, Schürfungen, Probeschächte. — Erdbohrer, Visitir-, Sondireisen. — Tragfähigkeit des Bodens und Mittel zur Erhöhung desselben.

§ 15. Aenderung des Strassenzuges und Bestimmung der Böschungsneigungen auf Grund der genauen Bodenuntersuchungen . . . . . 72—73
Schutz der Böschungen gegen Strömung, Eisgang und Rutschung durch Rasendecke, Bepflanzung, Steinpackung oder Pflasterung. — Anordnung der Bankette.

Digitized by Google

Seite

§ 16. Die Einschnittsbildung . . . . . 73—76
1) Einschnitte in Sumpf-, Torf- und Moorboden. — 2) Einschnitte in Sand- oder Kiesboden. — 3) Einschnitte in Lehmboden. — 4) Einschnitte in Thon und Mergel. — 5) Einschnitte in Gerölle und mit Steinen gemischte Bodenarten. — 6) Einschnitte in losen Felsboden. — 7) Einschnitte in festes Gestein. — Mittel gegen Rutschungen.

§ 17. Die Dammschüttung . . . . . 76—82
Das zur Dammschüttung zu verwendende zweckmässigste Material und sein Sackmaass. — 1) Anschüttungen durch Wasser. — 2) Anschüttungen durch Sumpf, Torf und Moor. — 3) Anschüttungen auf Lehm und Thon. — 4) Anschüttungen auf Sand, Kies, Gerölle und Felsboden. — Entwässerung eines Dammes. — 5) Anschüttungen auf geneigtem Terrain. — Die verschiedenen Mittel gegen das Abrutschen des Dammes. — Seine Schüttungsmethoden: Lagenschüttung und Kopfschüttung.

§ 18. Entwässerungsanlagen . . . . . 82—93
Bedeutung und Vorarbeiten der Entwässerungsanlagen. — Die verschiedenen Mittel der Entwässerungen.

1) Die Sickercanäle.
Ihre Dimensionen und Construction.

2) Die Drainröhren.
Dimensionen der Drainröhren aus gebranntem Thone und mit Glasur im Inneren und aussen, der Thonschalenstücke, der Cementröhren (mit Angabe der Formel für die Wanddicke), der gusseisernen Wasserleitungsröhren (ebenso). — Berechnung der nothwendigen Weite und des Gefälles der Rohrleitungen und der Geschwindigkeit des Wassers in denselben. — Beschreibung der Verlegung der Röhren. — Saug-, Sammel-, Kopfdrain, Recipient und Hauptabzugsgraben. — Spaten, Hacken, Drainirpflug. — Herstellung der kleinen Gräben zur Aufnahme der Drainröhren. — Kosten.

3) Die offenen Gräben.
Sohle, Sohlenbreite, Gefälle, Böschungsneigungen, Bankette. — Berechnung der Niederschlagsmengen und der Geschwindigkeit des Wassers nebst Formel und Tabelle.

§ 19. Berechnung des Meteorwassers und der andren Flüssigkeiten, welche durch den Canal abzuführen sind 93—98

4) Die Canalisation der Städte.
Das Meteorwasser und die Regenhöhe nebst statistischen Notizen. — Die Haus- und Fabrikwassermengen u. s. w. mit Tabellen. — Die Abtrittsstoffe und Grundwassermengen. — Das Schwemmsystem (sewage) und die Berieselung.

§ 20. Lage, Gefälle und Profil der Canäle . . . . . 98—104
Besteigbare und nicht besteigbare Canäle; Rohrleitungen aus Steingut, Thon, Eisen und Blei. — Berechnung der günstigen Eiform eines grösseren Canales und ihre Her-

Digitized by Google

Seite

stellung mit und ohne Sohlenblock. — Haus-, Strassen-, Zweig-, Stamm- und Hauptcanäle und ihre Vereinigung. — Nische, Einsteigeschacht, Ventilationsschacht, Lampenloch und Einsteigebrunnen. — Regeneinfälle (gullies) und Nothausslässe. — Dücker. — Berieselungsfelder und Pumpwerke.

§ 21. Vorschläge zu Bestimmungen über die Anlage von Privatcanälen behufs Reinigung und Entwässerung der Häuser und Grundstücke in der Königlichen Residenzstadt Hannover, nebst den Motiven zur Begründung dieser Vorschläge . . . . . 105—112

§ 22. Canalisation von Berlin. . . . . 112—114
Resultate der Berieselungsversuche. — Eintheilung in Radialsysteme. — Kosten und Erträge.

§ 23. Die Durchlässe . . . . . 114—117
1) 5) Einfache Objecte.
Plattendurchlässe und ihre Dimensionen und Constructionen. Zwillingsplattendurchlässe.

Dritter Abschnitt.

Geräthe und Maschinen zum Strassenbau.

§ 24. Eintheilung 118

I. Geräthe zur Lösung des Erdbodens.

§ 25. Schaufel, Spaten, Spitz-, Breit- und Kreuzhacke, Brecheisen, Hämmer, Steinbohrer, Keile, Minensprengungen u. s. w. . . . . 119—123

II. Geräthe zum Transporte der gelösten Erdmassen und Gesteine.
Schiebekarre. Handkippkarre. Pferdekarre.

§ 26. Schiebekarrentransport . . . . . 123—128
Construction der Schiebekarren; ihre Ladungsfähigkeit und ihr Gewicht. — Herstellung der Karrenbahn. — Geschwindigkeitsberechnung des Transportes und dessen Kosten. — Länge der Entfernungen für Schaufelwurf und Schiebekarre

§ 27. Der Handkippkarrentransport . . . . . 128—131
Construction der zweirädrigen Karren und ihre Fahrbahn. — Geschwindigkeit und Kosten des Handkippkarrentransportes.

§ 28. Der Pferdekippkarrentransport . . . . . 131—133

§ 29. Transportkostentabelle nach Henz . . . . . 133—135
Kosten des Transportes mittelst Schiebekarren, Handkippkarren und Pferdekippkarren bei Weiten von 40—1800 m.

III. Geräthe und Maschinen zur Zubereitung des Materiales.
Steinschlaghämmer. — Siebe. — Kiessortirungsmaschinen. — Zerkleinerungsmaschinen.

§ 30. A. Steinschlaghämmer, Siebe und Kiessortirungsmaschine . . . . . 135—138
B. Die Zerkleinerungsmaschinen.

§ 31. Allgemeine Bemerkungen 139

§ 32. Blake's Patent-Steinbrechmaschine . . . . . 140—141

Digitized by Google

Seite

§ 33. Zerkleinerungsmaschine der Georgs-Marienhütte bei Osnabrück . . . . . 141—145

§ 34. Verbesserte amerikanische Steinbrechmaschine von Avery . . . . . 145—147

§ 35. Doppeltwirkende Steinbrechmaschine neuester Construction . . . . . 148—152

§ 36. Steinbrechmaschinen mit Handbetrieb, Riemenbetrieb und directem Dampfbetrieb der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft „Humboldt" in Kalk bei Köln a. R. 152—160

Steinbrechmaschine mit Handbetrieb und Beschreibung zweier Modelle für Riemenbetrieb und einer Patent-Dampfsteinbrechmaschine. — Tabelle über die Dimensionen, Gewichte und Preise. — Abbildung von zwei zweckmässigen Anlagen von Steinbrechmaschinen mit Sortirtrommel und Locomobile nebst Kostenberechnungen.

IV. Geräthe zur Anfertigung der Steinbahn.

§ 37. Schablonen. Tracirleinen. Mollen. Forken. Pflasterhämmer . . . . . 161—162

V. Geräthe und Maschinen zur Vollendung des Strassenpflasters.

§ 38. Rammen. Hand-, Pferde- und Dampfwalzen . . . . 162—164

Die Walzen.

§ 39. Veraltete und jetzt allgemein übliche Herstellungsweise 165

Kurze Entwickelungsgeschichte der Walzen aus Stein, Holz und Eisen.

§ 40. Die Handwalzen 166

§ 41. Die gebräuchlichsten Constructionen der Pferdewalzen . . . . . 166—178

Die verschiedenen Systeme. — Durchmesser und Länge der Pferdewalzen aus Gusseisen. — Dicke des Mantels. — Eigengewicht und Totalgewicht, hervorgerufen durch künstliche Belastung. — Rollende und Zapfen-Reibung. — Vergleiche der Vor- und Nachtheile einer inneren und äusseren Belastung. — Geschwindigkeit der Walzen und Berechnung der Tourenzahl pro Tag. — Dauer der Walzung. — Genaue Beschreibung von drei Pferdewalzen verschiedener Systeme. — Kostenangabe.

§ 42. Die Dampfwalzen . . . . . 178—183

Genaue Beschreibung von zwei Dampfwalzen älterer und neuerer Construction aus der Fabrik von Aveling & Porter in Rochester nebst Angabe ihrer Geschwindigkeit und ihrer Vortheile gegenüber den Pferdewalzen.

§ 43. Kosten des Walzverfahrens mit Pferde- und Dampfwalzen, nebst amtlichen Berichten über die Leistung der Dampfwalze von Aveling & Porter . . . . . 183—189

VI. Geräthe und Maschinen zur Unterhaltung und Reinigung der Strassen.

Schneeschaufel und Eispicken. — Eiserne und hölzerne

Digitized by Google

Seite

Kratzen. — Besen-, Kehr- und Abzugsmaschinen. — Sprengwagen.

§ 44. Einleitende Worte über die Bildung des Staubes, Schlammes und Kothes und über die Uebelstände, welche aus solcher Bildung für die Strassenbahn entstehen . . . . . 189—190

§ 45. Schaufeln, Picken und Kratzen . . . . . 190—192
Geräthe zur Entfernung des Schnees, Eises, Staubes, Schlammes und Kothes.

§ 46. Besen und Strassenkehrmaschine . . . . . 192—197
Das Reinigen der Strassen durch Hand- und Maschinenarbeit. — Stahldraht-Strassenbesen. — Beschreibung der Patent-Kehrmaschine für Hand- und Pferdebetrieb; ihre Leistungsfähigkeit und ihre Kosten nebst amtlichen Berichten.

§ 47. Die Patent-Abzugsmaschinen . . . . . 197—201
Beseitigung des consistenten Schmutzes auf Chausseen und makadamisirten Strassen durch Abzugsmaschinen für Hand- und Pferdebetrieb. — Beschreibung ihrer Construction und Leistungsfähigkeit nebst Angabe der Reinigungskosten und zwei amtlichen Berichten.

§ 48. Der Sprengwagen . . . . . 201—203

Vierter Abschnitt.

Die Steinpflasterungen.

I. Die verschiedenen Steinmaterialien.

§ 49. Wahl des Materiales; Berechnung seiner Festigkeit und seiner Abnutzung; Eintheilungen desselben und seine Bezugsquellen . . . . . 204—222
Eintheilung der Gesteine: Grünsteine, Hornfels, Gabbro und Basalt; Grauwacke, Quarzfels, Syenit und Kieselschiefer; Porphyr, Kalk- und Sandstein u. s. w. — Tabelle der Festigkeit besonderer natürlicher Steine gegen Druck, Schub, Biegung und Zug nach Heinzerling. — Tabelle des gröberen und feineren Steinschlages verschiedener Gebirgsarten nach v. Kaven. — Berechnung der Grösse der Pflastersteine. — Untersuchungen des Maasses der Abnutzung nach Bokelberg nebst einer Tabelle. — Wahl des Besteinungsmateriales und Angabe der vorwiegend zur Verwendung kommenden Steine in verschiedenen Städten des Deutschen Reiches und des Auslandes.

§ 50. Eintheilung aller Steinpflasterungen . . . . . 222—224

II. Pflasterungen mit natürlichen Steinen.

§ 51. Herstellung des Untergrundes und der Unterbettung 224—228
Kieslage, Schotterlage, Packlage, Betonschicht. — Genaue Beschreibung der Herstellung des Untergrundes nebst Angabe

Digitized by Google

Seite

der zweckmässigsten Wölbung, sowie der Unterbettung. — Verschiedene Herstellungsweisen derselben in einigen deutschen Städten.

§ 52. Verschiedene Anordnungsweisen der Gossen (Rinnsteine) . . . . . 228—232
Die Bord-, Hochbord- und Kantensteine, ihre Dimensionen und Verlegungen; mit einigen schematischen Skizzen. — Das Gefälle der Gossen und zweckmässigste Herstellung derselben. — Polizeiverordnung der Stadt Köln a. Rh. betreffend „Trottoiranlagen". —

A. Pflasterbahnen.

1) Das Reihenpflaster.

§ 53. Die üblichsten Stellungen der Pflastersteine . . . 232—236
Stellung in Querreihen normal zur Längenrichtung der Strasse und unter einem Winkel von 45° gegen dieselbe. — Das Diagonalreihenpflaster; seine Vor- und Nachtheile nebst Vergleichen. — Stellung der Pflastersteine bei Krümmungen und bei Anschlüssen von Nebenstrassen. — Das sogenannte Grätensystem.

§ 54. Die Grösse und Form der Pflastersteine zu Reihenpflasterungen . . . . . 236—240
Normalform. Parallelepipedische und abgestumpfte pyramidale Form. — Die Grösse der Pflastersteine in einigen Städten des Deutschen Reiches und des Auslandes. — Grundregeln über die Bildung der Pflastersteinreihen.

§ 55. Der Bau des Reihenpflasters . . . . . 240—241

§ 56. Instruction für Pflasterung mit Granitwürfelsteinen in Berlin . . . . . 241—254
1) die Herstellung der Unterlage: Stein- und Betonunterbettung. — 2) die Arbeit des eigentlichen Pflasterns mit diagonalen Längenfugen nach allen Richtungen, ohne Bund, — mit auf die Strassenrichtung senkrecht laufenden Längenfugen und bindenden Stossfugen, — mit diagonalen Längen- und bindenden Stossfugen. — Die genaue Beschreibung ihrer Herstellung. Springer, Schlägel, Setzhatte, Zwickel. — Das Ausfugen des Pflasters mit Kies und mit hydraulischem Mörtel. Das Ausstopfmesser und die Hohlschaufel. — Pflasterung von regelmässigen current laufenden Strassen, von Strassenkreuzungen, unregelmässigen Strassen und Platzanlagen u. s. w. nebst Skizzen. — Dauer des Reihenpflasters, seine Vorzüge und Kosten. —

2) das Reihenschiebepflaster, das gewöhnliche Schiebepflaster und das Rippenpflaster.

§ 57. Das Reihenschiebepflaster und das gewöhnliche Schiebepflaster . . . . . 254—255

§ 58. Combinirtes Reihen- und Schiebepflaster 256

§ 59. Das Rippenpflaster . . . . . 256—258
Banksteine und Rippensteine. — Nachtheile des Pflasters.

Seite

§ 60. Vergleiche, Vortheile und Nachtheile der Pflasterbahnen . . . . . 258—261
Vergleiche in Bezug auf die Glätte und Ebenheit der Bahn, der Dauer und der Unterhaltung. — Verwendung der einzelnen Systeme bei Strassen mit geringem, mittlerem und grossem Verkehre. — Vortheile und Nachtheile der Reihenpflasterungen.

B) Steinschlagbahnen oder Chaussirungen.

§ 61. Eintheilung der Steinschlagbahnen 261

§ 62. Wölbung und Stärke aller Steinschlagbahnen . . . 262—264

§ 63. Menge und Wahl des Materiales . . . . . 264—266

§ 64. Allgemeine Regeln für die Ausführung der Steinschlagbahnen . . . . . 266—270
Die Herstellung des Untergrundes. — Bord- und Kantensteine, ihre Vortheile und Nachtheile. — Rasenstücke. — Das Sieben der Steinstückchen.

§ 65. 1) Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau . . . 270—272
Die Packlage: Grob- und Feinschlag. — Katzenköpfe.

§ 66. Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau und makadamisirte Strassen.
2) Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau aus ungleichem Korn . . . . . 272—276
Die geeignetsten Steinmaterialien zur Bildung des Unterbaues und der Decklage, ihre Grösse und Stärke. — Die Zwischenlage. — Normalprofile des Baudepartement Basel-Stadt.
3) Makadamisirte Strassen. . . . . 276—278
Kurze Entwickelungsgeschichte. — Bildung der Unter- und Decklage. — Kies- oder Gusslage aus Theer und Pech. — Zweckmässigste Wahl des Materiales.

§ 67. 4) Steinschlagbahnen mit Grand- und andrem Unterbaue . . . . . 278—279
Grösse der Kieskörner zum Grandunterbau. Seine Herstellung, sowie die Herstellung von Unterbauten aus Eisenschlacken, Ziegelsteinen, Raseneisensteinen.

§ 68. Vergleiche, Vortheile und Nachtheile der Steinschlagbahnen . . . . . 279—281

§ 69. C) Eisenschlackenpflasterungen 281
Getemperte oder basaltirte Schlacken: Beschreibung der Herstellung eines Unterbaues aus ihnen. Seine Dicke und Kosten.

§ 70) D) Die Grand- oder Kiesschotterbahnen . . . . . 282—284
Stärke des Kiesschotterkornes und der Bahn. — Frühere Herstellungsweise und die jetzt allgemein übliche. — Vortheile, Nachtheile und Verwendung der Grandbahnen.

§ 71. E) Die Kiesbahnen . . . . . 284—286
Schlechteste Strassenbaumethode und rationellste Herstellungsweise einer Kiesbahn: Unterlage, Zwischenlage, Decklage. — Wölbung der Strasse. — Vortheile und Nachtheile der Kantensteine.

Digitized by Google

Seite

F) Die Operation des Walzens.

§ 72. Vorbemerkungen 286

§ 73. Allgemeine Vorschriften. . . . . 287—292
Eintheilung und Verwendung der Walzen für Steinschlag-Unterbauten, Steinschlagdecken und Pflasterbahnen. — Pferde- und Dampfwalzen; ihre Vortheile und Nachtheile. — Länge der im Zusammenhange zu walzenden Strecke. — Bespannung, Geschwindigkeit und Belastung der Pferdewalzen. — Die Züge der Walze. Annässung. Die nöthigen Arbeiter. Das Bindematerial. — Walzungskosten der Steinschlagbahnen.

§ 74. Das Walzen der Pflasterbahnen . . . . . 292—293

§ 75. Das Walzen der neugebauten Steinschlagbahnen. . 294—298
A) Walzung des Unterbaues. Gewicht und Bespannung der Walze. Die Walzübergänge. Die Kosten pro laufenden Meter für verschiedene Strassenbreiten. — B) Walzung des Oberbaues oder der Decke. Ueberhöhung der Bahn. Gewicht der Walze und zweckmässigste Belastung. Vorschrift über das Füllmaterial und deren Verwendung. Das Ausfüllen oder Ausfüttern. Die Walzungskosten mit der Pferdewalze bei einer Oberdecke aus Hartsteinen, Kieselsteinen und Kalksteinen.

§ 76. Das Walzen der alten, reparaturbedürftigen Chausseen 298—300
A) Walzung neuer Decken. Verwendung der Dampfwalze. Das Anhauen der alten Bahn. Kosten. — B) Walzung der Steinbahn-Reparaturen. Instruction dazu.

III. Pflasterungen mit künstlichen Pflastersteinen.

§ 77. A) Die Klinkerbahnen. . . . . 300—307
Herstellung der Klinker und Abmessungen der Steine. — Die Sandunterbettung und der Sandhobel. Stärke der Unterbettung und der Wölbung. Fugenschluss. Schlussstein oder Passstück. Sanddecke. Hochbord aus Rasenstücken und aus natürlichen Bruchsteinen. Die Kopfsoden. — Entwässerung durch Drainröhren im Bordstein. — Die Scharen: Stromlagen oder Flechtgewebe; Stromschichten oder Keilstücke bei Ueberlaufsstellen. Vor- und Nachtheile der Klinkerbahnen.

§ 78. B) Pflasterungen mit theergetränkten Ziegelsteinen 307—309
Das Imprägniren der porösen Ziegelsteine. Ausfüllen der Fugen mit Sand oder Asphalt. Ueberstreichen der Bahn mit Theer oder Asphalt. Vor- und Nachtheile, Kosten und zweckmässigste Verwendung dieses Pflasters.

§ 79. C) Pflasterungen mit künstlichen Pflastersteinen aus Hohofenschlacken . . . . . 309—311
Verwendungen der Hohofenschlacke. Die sogenannten „iron bricks“, ihre Eigenschaften und Kosten. Zusammenfrittung der Schlacken.

Digitized by Google

Seite

§ 80. D) Pflasterungen mit patentirten künstlichen Pflastersteinen von E. Braun . . . . . 312—316
Aufzählung der Anforderungen, die man an künstliche Pflastersteine zu stellen hat. — Das Dammpflaster und Trottoirpflaster; Kosten ihrer Herstellung und Umpflasterung. — Fabrikation der Steine. Beschreibung der Herstellungsweise der Strassendämme und Trottoirs. Vortheile des Pflasters.

§ 81. E) Trottoirpflaster aus quadratisch gerieften Thonfliessen (Mosaikpflaster) . . . . . 316—325
Pflastersteine und Trottoirplatten aus der Mettlacher Mosaikfabrik; ihre Herstellung, Cohäsionsbeschaffenheit und Wetterbeständigkeit; ihre Druck- und Zugfestigkeit. — Die Ausführung der Mosaikpflasterungen: Mörtelunterlage, Verlegung der Thonfliessen, Ausgiessung der Fugen, Bestreuung der fertigen Bahn. — Das Zuhauen von Platten. — Schema zur Ermittelung der Kosten für Unterlage und Legen pro Quadratmeter. — Tabelle der Kosten für einen Quadratmeter Mosaikpflasterung. — Vortheile und Nachtheile derselben.

IV. Abnutzung, Dauer und Unterhaltungsbetrieb aller Steinpflasterungen.

§ 82. Allgemeines . . . . . 325—327
Eintheilung der Unterhaltungsarbeiten. Abhängigkeit der Menge des Unterhaltungsmateriales. Die continuirliche und die periodische Unterhaltung.

§ 83. Abnutzung, Dauer und Wiederherstellung der Pflasterbahnen . . . . . 327—332
Erhaltung des Deckmateriales durch Besandung. — Kleinere Ausbesserungen des Pflasters d. i. Beseitigung eingefahrener Geleise und aller Muldenbildungen. — Das Umlegen des Pflasters. — Beseitigung des Schlammes, Kothes und kleinerer Unebenheiten.

§ 84. Vergleichende Zusammenstellung der Dauer und Kosten der verschiedenen Pflasterbahnen in Berlin 332—339
A) Dauer des regulären Reihenpflasters erster, zweiter, dritter und vierter Klasse. Der bei Umpflasterungen entstehende Verlust an Materialien. — Unterhaltungskosten pro Quadratmeter und Jahr. — B) Kostenberechnung des regulären Reihenpflasters erster Klasse in der ersten, zweiten und dritten Periode, desselben zweiter Klasse in der ersten und zweiten Periode, desselben dritter und vierter Klasse.

§ 85. Die Abnutzung und Dauer der Steinschlagbahnen. . 339—341
Grösse der Abnutzung der Steinschlagbahnen und Makadam-Chausseen in Baden, Hannover und Braunschweig. — Tabelle der Frequenz, der Strassenlänge und des Materialbedarfes in den herzoglich braunschweigischen Strassenbaukreisen nach Ahlburg. —

Digitized by Google

Seite

§ 86. Unterhaltung der Steinschlag- und Grandbahnen . . 342—351
Die verschiedenen Unterhaltungssysteme und Wahl des zweckmässigsten von ihnen. — Das unausgesetzte Abheben des Staubes, Schlammes und Kothes. — Beschreibung des sogenannten Flicksystems bei kleineren Reparaturen. — Die Deckenerneuerung bei grösseren Reparaturen. Vergleiche. Instruction für die Ausführung der Deckenerneuerung. —

V. Herstellungs- und Unterhaltungskosten der Steinpflasterungen.

§ 87. A) Die Kosten der Herstellung des Untergrundes, der Unterbettung und der Fugenfüllung 351

§ 88. B) Die Kosten der Pflasterbahnen . . . . . 352—356
Herstellungs- und Unterhaltungskosten der Pflasterbahnen in Berlin (mit Tabelle), Breslau, Carlsruhe, Dresden, Frankfurt am Main, Köln, Leipzig, London (mit Tabelle), Paris, Stuttgart, Strassburg, Stettin, Warschau, Wien (mit Tabelle).

§ 89. C) Die Kosten der Klinkerbahnen 357

§ 90. D) Die Kosten der Steinschlagbahnen . . . . . 357—361
Specielle Berechnung der Kosten des Unterbaues, der Deckenbildung, des Auflagerns der Steine, der Beseitigung des Staubes, Kothes und Schlammes, des Strassenfegens und Besprengens. —

Fünfter Abschnitt.

Das Asphaltpflaster.

§ 91. Allgemeines . . . . . 362—363
Was ist Asphalt? — Asphaltmastix. — Berühmteste Asphaltlager. — Künstlicher Asphalt, seine Nachtheile und zweckmässigste Verwendung.

§ 92. Eintheilung und Wahl des Materiales 363
Das gegossene und gepresste Asphaltpflaster. — Der ausländische und der deutsche Asphalt.

A) Das gegossene Asphaltpflaster.

§ 93. Allgemeine Anordnungen 364

§ 94. Herstellung des Untergrundes . . . . . 365—368
Asphaltabfall, Steinschlag, zerschlagene Ziegelsteine, flachgelegte Mauersteine, Portlandcementbeton. — Wölbung der Fahrdämme und Gefälle der Trottoirs bei Asphaltpflasterungen. — Verwendung vorhandener Makadamstrassen bei Asphaltlegungen.

§ 95. Fortsetzung: Schmelzen des Asphaltmastix 368
Temperatur während der Schmelzperiode. — Sandzusätze. — Nothwendige Fettigkeit des Asphaltes. — Dicke des Breies.

§ 96. Das gegossene Asphaltpflaster aus deutschem Materiale 369

§ 97. Veraltete Methoden 370

Digitized by Google

Seite

B) Das gepresste Asphaltpflaster.

§ 98. Die alte (englische und französische) Herstellungsweise . . . . . 371—373

§ 99. Jetzt allgemein übliches System . . . . . 373—375
Herstellung der Bettung. — Die Bereitung des Asphaltes. — Das Schütten. — Das Rammen und Festwalzen, Festfahren und Glätten. — Die Reparatur.

§ 100. Ganz neue Probepflasterungen mit Asphalt in Berlin 375—378
Gerieftes Hartasphaltpflaster mit Hartguss-Fahrgeleisen, System Corvin. — Pflasterung mit sechseckigen Asphaltsteinen auf Kies- oder Betonschicht.

§ 101. Vergleiche des gegossenen Asphaltpflasters mit dem gepressten . . . . . 378—381
Wichtige Regeln zur Herstellung der Fahrdämme und Trottoirs. — Kostentabellen für Asphaltpflasterungen in London, Paris, Lyon, Bordeaux, Pest und Wien.

§ 102. Vortheile und Nachtheile des Asphaltpflasters . . 382—389
Die oft beschriebene Glätte der Bahn; Widerlegung mehrfacher Behauptungen; statistische Notizen und Tabellen. — Maximalsteigung. — Kostenpunkt nebst Tabelle. — Dauer des gegossenen und des gepressten Asphaltpflasters. Schluss.

Sechster Abschnitt.

Die Cement- oder Betonpflasterungen.

§ 103. Einleitung . . . . . 390—392

§ 104. Die zweckmässigste Wahl der Materialien . . . . 392—394
Cement, Sand (Quarz- und Flugsand), Gerölle und Kies. Ziegelstücke, Wasser.

§ 105. Die Zubereitung des Betons . . . . . 394—396
Hand- und Maschinenarbeit. — Der sogenannte Mengkasten.

§ 106. Der Bau der Betonfahrdämme . . . . . 397—399
Umgekehrte Wölbung. — Stärke der Unterbettung und ihre Herstellung. — Stärke des Betonkörpers für Strassen verschiedenen Verkehres. — Strassen in der Stadt und auf dem Lande.

Bildung der Trottoirs.

§ 107. 1) der Cementgussbelag 399
Bestandtheile des Cementbetons. Stärke und Herstellungsweise des Betonkörpers. Kosten pro Quadratmeter. Vortheile und Nachtheile dieses Belages.

§ 108. 2) Trottoirplatten aus Cementbeton 400
Vorzüge der Platten aus Cementguss. — Zweckmässigste Mischungen. — Druckfestigkeit einer erhärteten Platte. — Unterstopfung. — Kosten pro Quadratmeter. —

§ 109. Herstellung der Radabweiser aus Beton 401

§ 110. Ausführung der Reparatur der Cementbahnen . . . 402

Digitized by Google

Seite

§ 111. Vortheile und Nachtheile der Cementbahnen . . . 403—404

§ 112. Normen für die einheitliche Prüfung von Portlandcement, aufgestellt von dem Königl. Preuss. Ministerium für Handel u. s. w., nebst den Motiven und Anhang . . . . . 404—410

Siebenter Abschnitt.

Das Eisenpflaster.

§ 113. Einleitende Bemerkungen . . . . . 411—414
Einfachste Art eines Eisenpflasters. — Welchen Anforderungen hat ein Eisenpflaster zu genügen?

§ 114. Eintheilung nach dem Materiale 414
Gusseiserne, schmiedeiserne, combinirte Strassenpflasterungen.

§ 115. Das Eisenpflaster bei und in London . . . . . 414—417
Erstes, im Jahre 1836 in der Nähe von London ausgeführtes Schmiedeisenpflaster. — Pflasterungen in London: Leadenhallstreet (1855 und 1856); Poultry (1862 mit Gusseisenblöcken). — Gründe der schnellen Wiederbeseitigung dieser Eisenpflasterungen.

§ 116. Das Strassenpflaster aus Eisen in Warschau . . . 417—420
Genaue Beschreibung der Eisenstücke und Herstellung des Pflasters. Unterlage; Verlegung der Gussstücke auf graden Strecken und in Strassen mit Krümmungen. Reparatur und Reinigung. — Vorzüge und Nachtheile dieses Systems. Bericht des Präsidenten der Stadt Warschau über das Pflaster. Die Gründe seiner Beseitigung. — Kosten pro Quadratmeter.

§ 117. Das eiserne Pflaster in Hamburg 420
Herstellung, Anlage und Unterhaltungskosten, Abnutzung und Vortheile des Gusseisenpflasters.

§ 118. Amerikanische Eisenpflasterungen 421
Erstes gusseisernes Strassenpflaster in Boston 1852 (Howard-Street), sodann Court-Street (1853) mit gusseisernen Setzkapseln; genaue Beschreibung der Herstellungsweise dieses Pflasters. — Eisenpflasterungen in New-York: 1854 in Nassau-Street und Frankfurt-Street; 1866 in Courthand-Street. Trottoirpflasterung. — Eisenpflasterungen in St. Louis 1858. Genaue Beschreibung der Ausführung dieses Pflasters mit Zellenform. Seine Vorzüge. —

§ 119. Das gusseiserne und schmiedeeiserne Zellenpflaster. Patent Langer. . . . . 426—429
a) das Zellenpflaster aus Gusseisen. — Zellenguss und Blechboden. Ausfüllung der Nieten- oder Saumzellen mit Beton oder Asphalt. Schmiedeeiserne Leiste. Dimensionirung und Gewicht. — b) das Zellenpflaster aus Schmiedeeisen. — Vorzüge. Kosten pro Quadratmeter. Proben. —

Digitized by Google

Seite

§ 120. Das Berliner Eisenpflaster. Patent Wilhelm Richter . . . . . 429—434
Combinirtes Eisenpflaster, aus gusseisernen Kästen und schmiedeeisernen Schienen bestehend. — Genaue Beschreibung der Herstellungsweise. — Sicherheitsmassregeln gegen das Ausgleiten und Stürzen der Zugthiere. — Dimensionen, Gewicht und Kosten pro Quadratmeter Pflasterung. — Hauptvorzüge und Nachtheile des Pflasterungssystemes. — Gründe seiner Wiederbeseitigung. — Probe. —

§ 121. Rückblicke auf alle Eisenpflasterungen . . . . . 434—435

Achter Abschnitt.

Die Holzpflasterungen.

§ 122. Einiges über die zur Strassenpflasterung verwendeten Holzarten 436
Beschaffenheit verschiedener Holzarten und Mittel gegen Fäulniss (Imprägnation).

§ 123. Eintheilung aller Holzpflasterungen 437

§ 124. Knüppeldämme und Plankenwege (planks roads) . . . 438

§ 125 Hölzerne Fahrbahnen und Fusswege auf Brücken . . 439
Einfacher Bohlenbelag. Doppelter Bohlenbelag. Bohlenbelag mit Holzpflaster. Eichen- und Buchenholz.
Die Klotzpflasterungen.

§ 126. Form und Grösse der Holzklötze . . . . . 440—443
Quadratische, rechteckige, bienenzellenartige (sechseckige), parallelepipedische Form der Klötze. Vortheile und Nachtheile der einzelnen Formen. Construction der Rhomboidalform nach Becker. — Allgemeine Anordnungsweise und zweckmässigste Wahl der Holzart zu Klotzpflasterungen.

§ 127. Die Entwickelung des Klotzpflasters 443
Die Klotzpflasterungen in Russland (Petersburg), England (London), Deutschland, Frankreich und Oesterreich.

§ 128. Klotzpflasterung auf Brücken . . . . . 444—445
Die Klotzpflasterungen auf den Drehbrücken des Rhein-Rhône-Canales aus Eichen- und Fichtenholz. — Neue Herstellungsweise auf Brücken in Berlin.

§ 129. Das Holz-Asphaltpflaster . . . . . 446—448
System Copland. — Beschreibung der Herstellung und Angabe der Kosten. Das Pflaster der Cannon-Street in London und der Altmannstrasse in Hamburg. — Vorzüge des Pflasters.

§ 130. Das Holzpflaster System Nicholson . . . . . 448—450
Genaue Beschreibung der Herstellung. Form und Grösse der Holzklötze aus Fichtenholz. Ausfüllung und Dichtung der Fugen. Kiesdecke. Herstellungskosten und Vortheile des Systems.

Digitized by Google

Seite

§ 131. Andre amerikanische Systeme . . . . . 450—453
System Ballard mit keilförmigen Holzstücken; genaue Beschreibung der Herstellungsweise desselben. — System Gonneval mit rechteckigen Holzklötzen und Holzstiften, ohne Bretterunterlage. — Höhere Fahrbohlen.

§ 132. Vortheile, Nachtheile und Kosten der Holzpflasterungen . . . . . 453—458
Vortheile und Nachtheile. Feuergefährlichkeit. Brand von Chicago. — Tabelle über Dauer und Kosten von 1 qm Holzpflasterungen verschiedener Constructionen der Londoner City. — Zweckmässigste Verwendung des Holzpflasters. — Schluss.

Neunter Abschnitt.

Bau der Trottoirs, Promenaden, Reitwege. Pracht- und Kaistrassen u. A. m.

§ 133. Die Trottoiranlagen . . . . . 459—467
Beschaffenheit der Trottoiroberfläche. — Zweckmässigste Anordnung der Kantensteine. — Polizei-Verordnung, betreffend die Anlage von Trottoirs in Köln am Rhein. —

1) Pflasterung aus gut bearbeiteten Steinen. Grösse, Material und Kosten der Pflastersteine.
2) Pflasterung aus unbearbeiteten Steinen. Seine Nachtheile.
3) Plattenbelag aus Granit oder Sandstein. Grösse der Platten, ihre zweckmässigste Verwendung, Kosten pro Quadratmeter, Vorzüge und Nachtheile.
4) Pflasterung mit kleinen Steinchen, Mosaikpflaster. Grösse der Steinstückchen, Material derselben, Vorzüge und Kosten pro Quadratmeter.
5) der Asphaltbelag. Zweckmässigste Herstellung des Untergrundes und der Decke.
6) der Cementgussbelag.
7) die Cementplatten.
8) die Klinkerpflasterungen.
9) die iron bricks.
10) Pflasterungen mit Thonfliessen Mettlacher Fabrikates.
11) Pflasterungen mit keilförmigen, künstlichen Pflastersteinen, Patent Braun.

§ 134. Welches ist die zweckmässigste Trottoirpflasterung? 467—469
Tabelle der Gesammtkosten sämmtlicher Trottoirpflasterungen. Vergleiche in Bezug auf den Kostenpunkt, der Herstellung und Unterhaltung, Dauer und Reinigung, Sicherheit und sonstigen Annehmlichkeit. — Das Gussasphaltpflaster.

§ 135. Die Anlage der Promenaden . . . . . 470—471
Verschiedene Herstellungsweisen der Unterbettung und der Decke.

Digitized by Google

Seite

§ 136. Die Herstellung der Reitwege . . . . . 471—472
Sand- oder Kiesschüttung. — Kiesschüttung auf Schotterunterlage (Hamburg). — Mischung von Gerberlohe, Sägespähnen und feinem Kies (Wien).

§ 137. Reinigung und Unterhaltung der Trottoirs, Promenaden und Reitwege . . . . . 472—474
Beseitigung des Schmutzes, Schnees und Eises. — Polizeiverordnung von Berlin. — Unterhaltung und Reparatur. Neubekiesung. Entwässerung. Auflockerung des Bodens.

§ 138. Die Baumpflanzungen . . . . . 474—477
Vortheile und Nachtheile derselben. — Zweckmässigste Stellung der Bäume. — Pflanzung und Pflege. Auswahl der Baumarten. Schutz und Vorsichtsmassregeln.

§ 139. Die Einfriedigungen . . . . . 477—479
Hecken, Prellsteine ohne und mit Eisenstäben, Holz- und Eisengeländer.

§ 140. Die Ruheplätze 479

§ 141. Die Prachtstrassen (Boulevards) . . . . . 480—483
Strasse „Unter den Linden" in Berlin. — Ringstrasse (Boulevard de Waterloo) zu Brüssel. — Strassenprofile in Budapest. — Boulevard des Italiens in Paris. — Siegesallee im Thiergarten von Berlin.

§ 142. Die Kaistrassen . . . . . 483—484
Kaistrasse für kleine Fahrzeuge und Ladungsstücke. Uferstrasse für grösseren Verkehr. Kaistrasse ersten Ranges für Strassen-, Eisenbahn- und Wasserverkehr.

§ 143 Combinationen mehrerer Fahrbahnarten . . . . . 484—486
Radbahnen (Tramways). — Holzbohlen. — Fahrgeleise aus Hartgusseisen.

§ 144. Anlage der Sommerwege 486

Zehnter Abschnitt.

Vergleiche sämmtlicher Fahrbahnarten und Schlussbetrachtungen.

§ 145. Trennungen und Vorbemerkungen . . . . . 487—488

§ 146. Vergleiche in Bezug auf den Kostenpunkt . . . . 489—494
Kostentabelle. — A) Vergleichende Notizen betreffend die Unterhaltung des Strassenpflasters in Berlin. (Kosten der gegenwärtig üblichen Art der Unterhaltung. — Kosten der Anlage und dauernden Unterhaltung eines in solidester und bester Weise hergestellten Pflasters. — Vergleiche). — B) Nachweisung der Kosten der Unterhaltung der Wagen und Pferde in Berlin. — Schlussvergleich.

§ 147. Vergleiche in Bezug auf die Bequemlichkeit und Sicherheit des Verkehres, die Herstellungs- und Unterhaltungsweise und die Dauer. . . . . 494—500
Vortheile und Nachtheile der Steinschlagbahnen, Holzpflasterungen, Asphaltbahnen und Reihenpflasterungen. —

Digitized by Google

Seite

Bericht des Professor Haywood an die Pflastercommission zu Cambridge.

§ 148. Schlussbetrachtungen . . . . . 500—501
Die rationellsten Pflasterungssysteme für städtische Strassenanlagen und ihre zweckmässigste Verwendung.

Anhang.

1) Specielle Bedingungen für die Lieferung der Pflastersteine erster bis vierter Klasse in Berlin . . . . . 502—507
Bezeichnung der Steine. Dimensionen derselben. Bearbeitung der Steine erster, zweiter und dritter Klasse. Klassifizirung der Steine in solche erster und zweiter Qualität. Material der Steine. Härte- und Festigkeitsproben des Materiales. Probesteine. Ort der Ablieferung. Anlieferung und Abnahme der Steine. Preisberechnung. Mehrlieferung. Bezahlung. Kaution. Wohnung und Vertreter des Unternehmers. Contractsstempel. Allgemeine Bedingungen. Auflösung des Vertrages.

2) Specielle Bedingungen zur Ausführung der für die Pflasterungen erforderlichen Erdarbeiten . . . . . 507—509
Allgemeines. Abtragboden und Abfuhr der überflüssigen Erde. Herstellung der Aufträge. Beschaffenheit des Auftragbodens. Herstellung des Planums. Berechnung der bewegten Erdmassen. Beginn und Förderung der Arbeiten. Nebenarbeiten. Schlusszahlung und event. Preisermässigung. Aenderung in der Disposition.

3) Specielle Bedingungen für die Lieferung von Kies zu Neu- und Umpflasterungen . . . . . 509—512
Allgemeine Eigenschaften des Kieses. Qualität und Grösse der Kieskörner. Einreichung von Probekies. Angabe über den Fundort des Kieses. Städtische und eigne Depotplätze des Lieferanten. Quantität des zu liefernden Kieses. Preisangabe. Aufsetzen des Kieses. Beseitigung nicht bedingungsmässigen Kieses Beginn und Betrieb der Lieferung. Abnahme. Abschlagszahlungen u. s. w.

4) Specielle Bedingungen zur Ausführung der Pflasterarbeiten mit Kiesunterbettung . . . . . 512—517
Aufbruch des alten Pflasters und Aufnahme der Rinnsteinbrücken. Abfuhr überflüssiger und Lieferung fehlender Erde. Planumsarbeiten. Herstellung der Kiesbettung. Quergefälle des neuen Dammes. Herstellung des Pflasters. Rammen. Wasserwege. Strassenkreuzungen. Rinnsteine. Sicherung der Bordschichten. Fixpunkte. Beginn und Förderung der Arbeiten. Berechnung der gepflasterten Flächen. Nebenarbeiten. Abnahme der Arbeiten. Schlusszahlung und event. Preisermässigung. Aenderung in der Disposition. Garantiezeit. Fugenverguss. Tagelöhne.

Digitized by Google

Seite

5) A. Specielle Bedingungen für die Ausführung von Pflasterreparaturen in Berlin . . . . . 517—520
Umfang der Arbeiten. Theilung derselben. Aufforderung zu den Reparaturen. Säumigkeit seitens des Unternehmers. Ausführung der Arbeiten. Beschaffung und Anfuhr des Pflastersandes. Ersatz fehlender Steine. Abnahme der Arbeiten. Aufhebung des Vertrages in Folge mangelhafter Arbeiten. Aufmessen der ausgeführten Arbeiten. Tagelöhnerarbeiten. Aufbringung des Deckmateriales. Vorkehrungen zur Sicherstellung des Verkehres. Vorlegung der Rechnungen. Art und Weise der Offerte.

B. Submissions-Offerte zur Ausführung der Pflasterreparaturen in Berlin.

6) Specielle Bedingungen für die Umpflasterungen . . . 521—524
Aufbruch des alten Pflasters. Abfuhr überflüssiger und Lieferung fehlender Erde. Planumsarbeiten. Herstellung der Schotterunterbettung und Betonunterbettung. Materialien für die Unterbettung. Herstellung des Pflasters. Heranschaffung der Materialien. Fixpunkte. Ausgiessen der Fugen. Nacharbeiten der Steine. Anfangspunkt, Beginn und Förderung der Arbeit. Nebenarbeiten u. s. w. — Abnahme der Arbeiten. Schlussrechnung.

7) Specielle Bedingungen für Fuhrleistungen in Berlin . 524—529
Bezeichnung, Abfuhr, Nachrücken, Auf- und Abladen der Materialien. Fuhrleute. Haftbarkeit der Unternehmer wegen Beschädigungen u. s. w. — Beschaffenheit und Bezeichnung der Fuhrwerke. Benutzung unvorschriftsmässiger Fuhrwerke. Pflastersteine. Pflasterkies, Sand und andre Chaussirungssteine. Bewegung von Erdboden. Nicht vollgeladene Fuhren. Berechnung der Entfernungen. Preisabgabe. Beginn und Förderung der Arbeiten. Abholung der Bestellzettel. Anfuhr des Kieses und Pflastersandes. Controle der Fuhren. Zahlungen. Allgemeine Bestimmungen u. s. w.

8) Fuhrkostentabelle für die An- und Abfuhr von Materialien 530

9) Auszug aus dem Lastenhefte der auszuführenden Unterhaltungsarbeiten für die Stadt Strassburg i. E. . 530—534
A. Besondere Bestimmungen für Pflasterarbeiten. Eigenschaften und Vorrath des Materiales. Köpfen der Pflastersteine. Versetzen der Steine. Versetzen in Mörtel. Trottoirs. Umgearbeitetes Pflaster. Ausmessung und Bezahlung. Garantie. Zerklopfte Kiesel. — B. Auszug aus dem Preisverzeichniss für Pflasterarbeit. Neues Pflaster. Umgearbeitetes Pflaster. Beschotterung.

10) Maass- und Gewichtstabellen . . . . . 535—536

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Widerstände, Längen- und Querprofile der Strassen.

§ 1. Kurze Entwickelungsgeschichte und Werth der Strassen.

> Eine Stadt mit architektonischen Verzierungen, Monumenten, Zierbrunnen und dergleichen, und dazu mit dem elenden Strassenpflaster wie in Deutschland gewöhnlich, gleicht einer Frau, die mit Gold und Juwelen geschmückt ist, aber ein schmutziges, zerlumptes Kleid dazu trägt. Wollt ihr eure Städte verzieren . . ., so pflastert sie . . . Schopenhauer.

Sobald der Mensch das Bedürfniss fühlte, mit andren Menschen von andrer Sprache und Bildung, von andren Sitten und Gewohnheiten zusammenzukommen, sich also von einem Orte nach einem andren zu begeben, sei es, dass die blosse Neugier ihn trieb oder er etwas zu erlernen hoffte, sei es, dass er die Absicht hatte, Tauschhandel zu treiben, oder überhaupt nur seinen Wohnsitz aus irgend einem Grunde zu ändern, — musste er sich Verkehrswege schaffen, auf denen er reisen oder seine Waaren befördern konnte.

Und so finden wir denn schon im grauesten Alterthume bei allen Culturvölkern Strassenbauten mit geringerer oder grösserer Geschicklichkeit ausgeführt, je nach der Intelligenz und nach dem Bedürfnisse der Erbauer!

In den urältesten Zeiten begnügten sich die Menschen mit einem durch das Dickicht des Urwaldes führenden, fast stets sehr schmalen Fussweg und, wenn sie Bäche, Flüsse oder gar Ströme zu befahren hatten, so benutzten sie ein einfaches Floss oder — wie die uncivilisirten Indianer Nordamerika's noch heutigen Tags — einen zu einem Canoë ausgehöhlten Baumstamm.

Digitized by Google

Erst später machte der Mensch die zum Ziehen und zum Tragen von Lasten tauglichen Thiere ganz seinem Willen unterthan und benutzte sie vorerst nur zum Tragen von Lasten und seiner eigenen Person, wodurch sich natürlich der Fussweg nothwendigerweise zum Reitweg erbreitern musste.

Als man aber endlich die Bequemlichkeit der Fuhrwerke erkannte und die Erfahrung lehrte, dass sich der Transport von Lasten auf einem Wagen mit Rädern ganz bedeutend erleichterte, da hatte man für die gebauten Fuhrwerke breitere Wege nöthig, und es entstand durch die Erbreiterung des Reitweges nun der Fahrweg. Dieser Fahrweg war vorerst nur von geringerer Bedeutung, er führte zunächst nur von einem Gehöfte zum nächsten, dann von einem Dorfe zum nächsten. Seine Bedeutung aber stieg, als er schon von einer Stadt zu einer andren ging, und endlich, als sich schon mehrere Städte zu einem einzigen Staate verbunden hatten, von einem Staat zum Nachbarstaat dem Verkehre diente.

Durch diese Staatenbildung musste sich selbstverständlich der Verkehr und somit auch der Handel ganz besonders heben und den Menschen veranlassen, in seinem eigenen Interesse weite Reisen zu unternehmen; es musste sich aber auch der Grund und Boden bedeutend vertheuern, da mit dem Handel auch der Ackerbau nothwendigerweise mit zur Blüthe gelangte; es musste sich endlich auch der Krieg entwickeln, der grosse Völkermassen auf den Strassen schneller ins feindliche Land führen konnte.

Es ist klar, dass die Fahrwege sich bei dem so lebhaft gewordenen Verkehre schnell abnutzen und deshalb bald neue Fahrwege angelegt werden mussten, deren Herstellung nun auf Staatskosten erfolgte. Diese Unterhaltung und Pflege liess sich aber mit geringeren Kosten ausführen, indem der Staat aus den rohen Fahrwegen wohlgebaute Strassen anlegte.

Dass diese Strassen anfangs noch sehr primitiver Natur gewesen sind, versteht sich wol von selbst; allein es währte nicht lange, so zeigte der bald mit grösserem Eifer unternommene Strassenbau gar gewaltige Fortschritte.

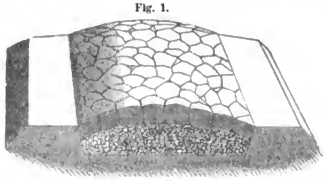
Zunächst wurde in Aegypten und dann im mächtigen Perserreiche die Landstrasse zu beiden Seiten mit Wassergräben versehen und dann von den Assyrern und Syriern in der Mitte etwas erhöht angelegt, damit das Tagewasser leichter in die Gräben fliessen und weniger die Strassen zer-

Digitized by Google

stören könnte. Die alten Griechen befestigten die Strassenoberfläche dadurch, dass sie dieselbe mit grossen, harten und dauerhaften Steinen beschütteten oder belegten; sie führten also die allerersten Pflasterungen aus.

Die Etrusker aber begnügten sich nicht mehr mit diesen immer noch rohen Pflasterungen, sondern sie brachten auf die geebnete Erdoberfläche eine starke Kiesschüttung, in welche sie die Pflastersteine — gewöhnlich Basalt — verlegten. Wie Fig. 1 zeigt, so legten die Etrusker auch schon zu beiden Seiten des Fahrdammes flachliegende Fusssteige an, welche für den aus polygonalen Steinen sorgfältig mit einer Wölbung verschenen und mit Kies unterlegten Strassendamm als Widerlager dienen konnten.

Fig. 1.



Aber alle diese Versuche wurden weit übertroffen durch die oftmals äusserst kühn ausgeführten, dauerhaften, breiten und immense langen Landstrassen, welche das intelligente, kein Hinderniss scheuende Römervolk so vielfach während der Blüthezeit seines Reiches mit Aufwendung von ungeheurer Kraft und Material anlegte. Diese altrömischen Kunststrassen, deren grösserer Theil bis vor wenigen Jahren durch Schutt dem Auge der Nachwelt entzogen war, deren kleinerer Theil aber schon seit Jahrhunderten wieder dem Verkehr die vortrefflichsten Dienste geleistet hat, hatten gewöhnlich zu beiden Seiten erhöht liegende Fusswege und waren mit 3—4 m hohen Dämmen eingefasst, die zugleich als Wall zum Schutze des Militairs dienten, und die neben sich öfters noch bekieste Sommerwege führten. Fig. 2, dem Werke von Ahlburg, „der Strassenbau u. s. w." entnommen, zeigt uns eine solche altrömische Heeresstrasse, die folgendermassen gebaut war.

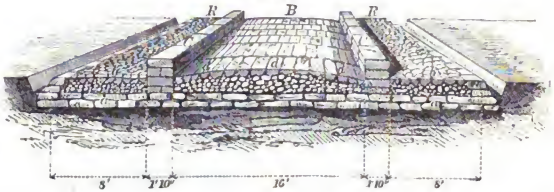
Zuerst kamen ein oder zwei Schichten (*aa*) flache Steine, welche in Mörtel versetzt waren, Statimen genannt; dann wurde ein Mauerwerk aus Steinbrocken mit Mörtel aufgeführt (*bb*), Rudus, über dem meistens*) eine Betonnirung von zerschla-

*) Diese Lage fehlt in Fig. 2, sie wurde nur bei wichtigeren Chausseen eingefügt.

Digitized by Google

genen Kieselsteinen und frisch gelöschtem Kalke lag, Nucleus, in die das Pflaster *(ddd)*, Summum dorsum, eingeschlagen wurde. Dieses Pflaster — die vierte beziehungsweise dritte Lage —

Fig. 2.



bestand gewöhnlich aus vier- bis sechs- oder sogar siebenseitigen Steinplatten, welche bis einen Meter Durchmesser hatten.

In unserer Abbildung bezeichnet *B* die Strassenbahn, *RR* sind die Rabatten und *CC* etwa 50 bis 60 cm breite und etwa 40 cm hohe Bänke, die als Ruheplätze oder auch als Fusswege benutzt wurden.

Fig. 3.

Die Breite einer römischen Strassenbahn, auf der die Legionen marschirten, schwankte zwischen 4 und 7 m. Auf den Rabatten herrschte der Pferde- und Wagenverkehr; es musste

Digitized by Google

deshalb die Rabatte eine Breite von mindestens $2^1/_2$ bis 3 m erhalten.

Sehr oft hatten die römischen Heerstrassen auch bedeutende Steigungen von $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{10}$; wir erinnern nur an die Rudera am Rhein, ferner an die Strassen an der Mosel, in Bayern und im Salzburgischen.

Die grösste und solideste Römerstrasse, die noch heutigen Tages die Bewunderung der Fachleute und Laien erregt, ist die bekannte Via Appia, Fig. 3, welche vom Forum Romanum bis nach dem heutigen Brindisi führt, 8 m breit ist, stellenweise mit Granitplatten belegt und von festen Quadern kräftig unterstützt ist in den Gegenden, die einen weniger tragfähigen Boden besitzen. Sie ist mit Recht die „Königin der Strassen" zu nennen, denn von allen römischen Strassen grösserer Länge (— es gab deren zur Zeit des Kaisers Augustus 28 —) war sie die längste und so solide angelegt, dass sie selbst unsere heutigen Chausseen in mancher Beziehung noch übertrifft. —

So hatte es also Jahrtausende gedauert, ehe der Mensch, die Gemeinde, der Staat mit Ernst daran dachte, dass dem Verkehre nur durch ordentlich (und in der genügenden Zahl) angelegte Strassen regelmässige Bahnen geschaffen werden müssten, dass man keine Mittel scheuen dürfte und mit Eifer den Strassenbau zu betreiben hätte.

Nach dem Verfall des römischen Reiches ruhte aber leider mehrere Jahrhunderte der Strassenbau, namentlich aber in Deutschland. Zwar liess Karl der Grosse mehrere Chausseen bauen und die alten Römerstrassen in seinem Reiche wieder herstellen, damit seine Couriere von einem Ende des Reiches zum andren in nicht allzulanger Zeit gelangen könnten, aber seine Nachfolger setzten diese Banten, die übrigens von keiner sehr grossen Bedeutung gewesen, nicht fort, sondern liessen die Landstrassen ohne jede Reparatur immer mehr und mehr verfallen.

Erst viele Jahrhunderte später und zwar im siebenzehnten Jahrhundert begann namentlich in Frankreich und Oesterreich ein fleissiger Strassenbau. In Deutschland wurde in diesem Jahrhundert die erste kunstgerechte Landstrasse ge-

Digitized by Google

baut und zwar in Schwaben; sie führte von Nördlingen nach Oettingen im Riesgau. Man hatte endlich den Werth der Strassen richtig erkannt. Und dieser Werth, diese volkswirthschaftliche Bedeutung ist auch eine sehr hohe.

Die Strasse verbindet Ortschaften, Provinzen, Staaten mit einander; sie vermittelt also auf diese Weise einen regen Verkehr zwischen den Bewohnern derselben; demnach veredelt sie den Menschen, indem sie ihn mit andren Menschen von andrer Denkungsweise zusammenführt, in deren Umgange er sein Wissen bereichern, er Erfahrungen sammeln kann. Es wird durch die Strasse auch das nicht mehr so schwer und mit nicht so vielen Kosten zu erlangen sein, was der gebildete Mensch zur Führung eines behaglichen Lebens für nöthig hält, selbst wenn es aus den fernsten Gegenden erst herbeigeholt werden müsste. Brauchen wir noch hervorzuheben, dass die Strasse den Handel, den Markt vergrössert und dadurch die Preise unsrer Lebensmittel erniedrigt, dass sie Hungersnoth vermindert,*) dass sie den Werth der anliegenden Häuser und Grundstücke bedeutend erhöht, kurz! dass sie dem Menschen in jeder Weise Nutzen und Vortheil bringt?

Wir hoffen, genug von dem Werthe der Strassen und zwar zunächst der Landstrassen gesprochen zu haben. —

Im Mittelalter und auch noch später glaubte man, am rationellsten zu verfahren, wenn man die so vorzügliche Bauweise der alten Römer nachahmte und mit gleichem ungeheuren Aufwande an Material und Kraft Strassenbauten zur Ausführung brachte, die wie die alten römischen Kunststrassen noch nach vielen Jahrhunderten dem Handel, dem Verkehre und auch dem Heere die grössten Dienste leisten könnten.

Jedoch war diese alte Bauweise keineswegs mehr empfehlenswerth. Das, was das alte Römervolk durch seine Soldaten damals ausführen liess, die gut geschult waren, und deren Ehrgeiz ihren Fleiss, ihre Ausdauer bedeutend erhöhte, liess sich im Mittelalter nicht so leicht vollbringen, weil es an dem Nothwendigsten fehlte: an verfügbarem Gelde, an Material, an genügenden Arbeitskräften, an Ausdauer und — seien wir offen — auch an Intelligenz!

*) Hätte Indien, hätte Persien heute wohlgepflegte Strassen in genügender Menge, so würde das Elend, das Hungersnoth und Theuerung hervorruft und von dem wir oftmals mit Entsetzen und innigstem Mitleid lesen, sicher wesentlich gemildert.

Digitized by Google

Aus diesen Gründen liess man auch gar bald die veraltete Bauweise fallen und ersann andre Methoden, die mehr den damaligen Verhältnissen entsprechen konnten.

Aber da war es wol schon zu spät. Die Romantik der Landstrassen war vorüber; der hohe Werth derselben war gesunken: die Eisenbahnen hatten die Landstrassen in der Concurrenz besiegt! Da war denn die Blüthezeit der Chausseen vorüber, deren grösster Theil herabsank bis zu den Vicinalwegen, deren kleinster Theil nur weniger von der Concurrenz der sich immer mehr und mehr ausbreitenden Eisenbahnen zu leiden hatte.

Die vielen, ganz allmälig entstandenen, verschiedensten Strassenbausysteme, die zunächst nur für die Landstrassen ersonnen waren, wurden nun in den Städten eingeführt, und durch das Herabsinken der Chausseen erhöhte sich der Werth der städtischen Strassen, die man bis dahin nie richtig beurtheilt hatte!*)

*) „Innerhalb der Städte hatten die alten Römer" — so sagt das treffliche Buch der Erfindungen u. s. w., Band I. S. 283. 1872, dem wir die erste und dritte Abbildung entlehnt haben, — „ebenfalls gepflasterte Strassen und Trottoirs, und auch die Araber belegten die Strassen ihrer Städte mit kleinen runden Feldsteinen. Die ersten deutschen Städte hatten gar keine Pflaster. Erst im dreizehnten Jahrhundert scheint für Gangbarmachung der Strassen in den Städten unsres deutschen Vaterlandes aus dem Gröbsten gesorgt worden zu sein; doch waren im vierzehnten Jahrhundert z. B. in Leipzig bereits alle Strassen und Plätze der inneren Stadt mit Pflaster versehen. Auf der Mitte der Strasse lief eine Reihe grosser Platten hin, die unter dem Namen Bürgersteig oder „breite Steine" in Leipzig noch vor dreissig Jahren bestanden, in vielen kleinen deutschen Städten noch heute existiren. — Ausserhalb Europa's (z. B. in Lima, St. Jago) ist die Benutzung dieser breiten Steine noch jetzt ebenso ein Privilegium der „Freien", wie sie in Leipzig ein Vorrecht der Bürger war, welches von den Studenten usurpirt und zuletzt den Bürgern ganz entzogen ward, ja oft blutige Kämpfe verursachte. — Auch vor den Thoren der deutschen Städte waren schon im 14. Jahrhundert die Wege auf Kosten der der Stadt tributpflichtigen Dörfer eine Viertelstunde, ja einige auf eine halbe Meile weit gepflastert, in „Steinweg" verwandelt. Aehnliches finden wir auch in einigen Städten Frankreichs, Englands und seltsamer Weise auch in der Lagunenstadt Venedig. Hier und da befinden sich auch wol die Gossen für das ablaufende Wasser und dergleichen in der Mitte der Strasse angelegt, meist aber hatten die Strassen zwei Gossen, ungefähr $1^1/_2$ m von den Häusern, so dass sich ein Fussweg an den Häusern hinzog, der hier und da durch eingeschlagene, glatt abgeschnittene Pfähle gangbar gemacht werden sollte, was freilich da, wo die

Digitized by Google

Wenn wir uns das bekannte Wort von Schopenhauer als Motto wählten, so thaten wir Recht. Die Blüthezeit der städtischen Strassen ist zwar noch nicht angebrochen, aber der Eifer der Ingenieure, möglichst zweckmässige Pflasterungsmethoden bei den Strassen unserer Städte anzuwenden, lässt uns hoffen, dass wir nicht mehr fern von ihr sind!

Da setzen die Einen einzelne, mit ebenen Kopfflächen versehene Steine aneinander und bauen auf diese Weise Pflasterbahnen; Andre beschütten die Erdoberfläche mit kleinen, würfelförmigen Stückchen und pressen und ebenen sie durch schwere Walzen, d. h. sie stellen Steinschlag- oder Schotterstrassen nach der Methode des Mac Adam her; wieder Andre bringen eine Gusslage von Asphalt oder Cement auf und erhalten so Asphalt- oder Cementbahnen, endlich setzt man auch hölzerne oder eiserne Würfel an einander, um Holz- oder Eisenpflasterungen zu erhalten, fabrizirt für die Strassenpflaster viele verschiedene Steine, beschüttet die Strasse mit Kies — kurz! giebt sich alle erdenkliche Mühe, damit eine Strasse geschaffen werden könne, die billig und doch von möglichst langer Dauer ist! — — —

Es wird in Folgendem nun unsre Aufgabe sein, von allen diesen Pflasterungen die ausführlichsten Mittheilungen zu machen, damit wir zum Schluss die Frage beantworten können: Welches Strassenbausystem ist für unsre städtischen Strassenanlagen das rationellste? —

Abschnitte abgefault und wegen des schwerer faulenden Kernes spitz geworden sind (wie z. B. in Graz), zu einer wahren Folter werden kann.

Ueber das Weichbild der Stadt hinaus geschah so gut wie gar nichts für Unterhaltung der Strassen; das meist zu theure Pflaster konnte eine von Zeit zu Zeit aufgebrachte Kiesschüttung nicht ersetzen, weil man den Zerstörungen infolge stellenweisen Einsinkens, oder infolge der hier und da vorkommenden Durchbrüche nach stattgefundenen Ueberschwemmungen, nicht rasch genug entgegen wirkte, vielmehr lange Zeit vergehen liess, ehe eine Reparatur vorgenommen wurde, grade wie in China, wo die grossen Verkehrsstrassen allemal erst ausgebessert werden, wenn der Kaiser verreisen will; oder wie in Spanien, wo man mit ungeheurem Aufwand Chausseen baut, um sie dann wol zwanzig Jahre ohne alle Reparatur liegen zu lassen und — erst dann, wenn sie gänzlich unbrauchbar geworden sind, — daneben eine neue zu bauen.

So war der Zustand der Verkehrswege in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, bis ein Amerikaner, Mac Adam, mit der Erfindung eines ausserordentlich zweckmässigen Strassenbauverfahrens auftrat, das bald — man kann sagen — in der ganzen Welt schnell Verbreitung fand! —

Digitized by Google

§ 2. Die Construction und das Gewicht der gebräuchlichsten Strassenfuhrwerke.

Es wird auf den Strassen ein Oberbau aufgeführt — d. h. die Erdoberfläche dort, wo ein Verkehrsweg entstehen soll, möglichst befestigt, — um den Widerstand der Fuhrwerke möglichst zu verringern.

Wollen wir also den Gesammtwiderstand auf unsren Strassen berechnen, um etwa zu erfahren, welches Strassenbausystem hierfür das vortheilhafteste ist, so müssen wir vorerst die Strassenfuhrwerke betrachten, weil ihre ganze Bauart auf die Verringerung dieses Widerstandes von sehr grossem Einfluss ist.

Wir nennen bekanntlich diejenigen Strassenfuhrwerke, welche nur zwei Räder besitzen, Karren, während die vierrädrigen Strassenfuhrwerke Wagen heissen. Die Räder und auch die Achsen, an denen die Räder befindlich, haben vor allen andren Theilen des Fuhrwerkes nicht nur auf die Grösse der Zugkraft, sondern auch auf die Dauer der Strassenbahnen einen ganz bedeutenden Einfluss, so dass wir zunächst von ihnen sprechen wollen.

Die ausgedehntesten Versuche mit Strassenfuhrwerken der verschiedensten Constructionen wurden in Frankreich von einer durch eine Bestimmung vom 4. Februar 1839 zusammenberufenen Commission, die aus mehreren Strassen- und Brückeningenieuren bestand, gemacht und von dieser zunächst für die Höhe und Breite der Räder Folgendes (nach Emmery*) festgesetzt.

Je grösser der Durchmesser der Räder ist, um so weniger leidet die Strassenbahn wegen der grösseren Berührungsfläche der Räder, welche die Materialien eher zusammenpressen als verdrängen. Deshalb sind die Räder in folgenden vier Dimensionen herzustellen:

a) kleine Räder: 1,00 1,067 1,33 1,50 Meter.
b) grosse Räder: 1,667 1,883 2,00 2,155 „

Damit sich die Vorderräder beim Wenden des Fuhrwerkes unter den Wagenkasten drehen lassen, und damit die

*) Siehe: Recherches sur les principes, qui paraissent devoir former la base d'une nouvelle législation pour la police de roulage. — Annales des ponts et chaussées 1841. 2 sem. pag. 257.

Digitized by Google

Stränge niedrig genug angespannt werden können, so macht man in der Regel diese Vorderräder niedriger als die Hinterräder.

Bei guten Strassen ist nach Umpfenbach*) erfahrungsgemäss die vortheilhafteste Höhe der Räder:

1) bei zweirädrigen Frachtkarren . etwa 1,6 m bis 1,75 m,
2) bei vierrädrigen Frachtwagen:
   a) Vorderräder . . „ 0,95 „
   b) Hinterräder . . „ 1,17 „ „ 1,22 „
3) bei vierrädrigen schnellen Fuhrwerken: a) Vorderräder . . „ 0,7 „ „ 0,88 „
   b) Hinterräder . . „ 1,17 „ „ 1,31 „

Auf schlechten Strassen wird zweckmässig diese Höhe der Räder um 15 cm bis 30 cm vergrössert. —

Für die Felgenbreite (d. h. die Breite des Radreifens) hat die oben erwähnte französische Commission festgesetzt, dass breite Felgen zu verwerfen sind, die schmalen aber, sobald die Ladung in einem passenden Verhältniss zur Breite der Felgen verringert wird, am wenigsten nachtheilig für die Bahn werden. Bei gleicher Felgenbreite erlauben — und das muss noch ganz besonders hervorgehoben werden — die grösseren Räder auch eine grössere Ladung als die kleinen.

Man nimmt daher rationell die Maximalbreite der Felgen zu 12 cm, die Minimalbreite zu 6 cm an.**)

Nach Morin ist es nicht richtig, die Belastung der Räder proportional ihrer Felgenbreite wachsen zu lassen, weil die breiten Felgen die Bahn mehr ruiniren als die schmalen und weil die breiten Felgen nach längerem Gebrauche convex werden und die Strasse nicht ganz eben ist. —

Die gesetzliche Breite der Radfelgenbeschläge in der Provinz Hannover ist von dem hohen Hause der Ab-

*) S. 22.

**) Der französische Ingenieur Morin sagt in seiner Schrift: Expériences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs, qu'elles exercent sur les routes (Paris 1842) über die Felgenbreite Folgendes (s. v. Kaven, Wegebau S. 89):

Bei gleicher Belastung ruiniren die 6 cm breiten Felgen die Steinschlagbahn mehr als die 11,5 ∼ 17,5 cm breiten Radreifen; unter den beiden letzteren Dimensionen ist wenig Unterschied.

Im Interesse der Unterhaltung der Strassenbahnen braucht man daher nicht Felgen über 0,12 m (12 cm) anzuwenden.

Digitized by Google

geordneten (Preussischer Landtag) am 28. Januar 1879 in dritter Lesung wie folgt festgestellt worden:

§ 1. Die Radfelgenbeschläge aller bespannten Fuhrwerke, welche auf den Chausseen, kunstmässig ausgebauten Landstrassen oder Gemeindewegen der Provinz Hannover zum Transporte von Personen oder Sachen benutzt werden, desgleichen aller auf den genannten Strassen auf Rädern sich bewegenden Maschinen dürfen in ihrer Breite weder ausgerundet (concav) noch in neuem Zustande abgerundet (convex), müssen vielmehr in der Oberfläche eben und so befestigt sein, dass Nägel, Stifte, Schrauben etc. über dieselbe nicht hervorstehen.

§ 2. Die Radfelgenbreite soll bei allen in § 1 genannten Fuhrwerken und Maschinen mindestens 5 cm betragen.

Ausgenommen sind hiervon solche Fuhrwerke, deren Gewicht durch Hinzurechnung des Gewichtes der Ladung (Personen und Sachen) 800 kg nicht überschreitet.

§ 3. Beträgt das Ladungsgewicht der in § 1 genannten Fuhrwerke, beziehungsweise das Gewicht der daselbst genannten Maschinen

2000 bis 3000 kg ausschliesslich, so sollen die Radfelgenbeschläge mindestens 7 cm,

3000 bis 5000 kg ausschliesslich, so sollen die Radfelgenbeschläge mindestens 11 cm,

5000 kg und mehr, so sollen die Radfelgenbeschläge mindestens 15 cm breit sein.

§ 4. Ladungsgewichte von mehr als 7500 kg oder Maschinen von einem Gesammtgewichte von mehr als 10000 kg dürfen auf den Chausseen und Landstrassen nicht ohne Genehmigung der betreffenden ständischen Wegbauinspectionen, auf Gemeindewegen nicht ohne Genehmigung der betreffenden Gemeindevorstände und nur unter Einhaltung der von denselben nach Massgabe der Umstände des einzelnen Falles zu stellenden Bedingungen transportirt werden.

§ 5. Für zweirädrige Fuhrwerke ist bei den in §§ 3 und 4 bezeichneten Breiten der Radfelgenbeschläge als höchstes Ladungsgewicht nur die Hälfte der angegebenen Gewichtssätze gestattet u. s. w. u. s. w.

*) Wir wollen hier aus dem ganz neuen Gesetze nur diejenigen Paragraphen hervorheben, welche für uns ganz besonderes Interesse haben.

Digitized by Google

Was nun die Achsenstärke der Fuhrwerke betrifft, so wird dieselbe zu:

$$^1/_{30}\ D \text{ bis } ^1/_{12}\ D \text{ (seltener)}$$

angenommen, wenn D der Durchmesser des Rades ist; und zwar gilt der erste Werth für unsre gewöhnlichen Strassenfuhrwerke, während der letzte Werth bei niedrigen Frachtwagen angenommen wird. Die Entfernung der Achsen von einander ist sehr variabel.

Für die Erhaltung der Strasse ist es — wie wir noch sehen werden — von grossem Vortheile, wenn die Wagenkasten auf Federn ruhen, denn durch einen mit Federn versehenen Wagen im Trab wird die Strassenbahn nicht mehr beschädigt, als durch Fuhrwerke ohne Federn im Schritt.*) —

Hierfür lautet die Berliner Polizeiverordnung:

§ 39. Fuhrwerk, welches nicht auf Federn ruht, oder in Federn hängt, desgleichen solches, welches vermöge seiner Bauart oder Ladung bei schnellerer Bewegung ein starkes Geräusch verursacht, darf überall nicht anders wie im Schritt fahren.

Wir kommen nun zu dem Gewichte der Strassenfuhrwerke:

In Frankreich und andren Ländern variirt das mittlere Gewicht der wichtigsten Theile der Frachtwagen selbst je nach der Felgenbreite, wie die folgende Tabelle I zeigt.**)

Tabelle I.

	Felgenbreite in Centim.	Zwei Räder	Vier Räder	Die Achse	Das Obergestell	Beladung (Personen, Waaren) u. s. w.	Ganzes Gewicht	in Kilogrammen.
In Frankreich zweirädrige Karren	8	240	—	60	200	—	500	
	11	510	—	90	300	—	900	
	14	680	—	120	400	—	1200	
	17	850	—	150	500	—	1500	
	25	1210	—	190	800	—	2200	
vierrädr. Frachtwagen	11	—	—	—	—	—	1500	
	14	—	—	—	—	—	2000	
	17	—	—	—	—	—	2500	
	22	—	—	—	—	—	3400	

*) Nach Emmery sind Frachtwagen ohne Federn im Trab nicht nur für die Strassenbahn sehr nachtheilig, sondern es leiden auch die Wagen selbst. — Nach Morin greifen Wagen mit Federn (im Trab von 12 000 ∾ 13 000 m pr. Stunde) die Strassen weniger an, als Wagen ohne Federn, die im Schritt vorwärts rollen.

**) Siehe v. Kaven, Wegebau S. 95.

Digitized by Google

	Felgenbreite in Centim.	Zwei Räder	Vier Räder	Die Achse	Das Obergestell	Beladung, (Personen, Waaren) u. s. w.	Ganzes Gewicht } in Kilogrammen.
Am Rhein	—	—	—	—	—	—	bis zu 10 000
Holstein	12	—	—	—	—	—	2000
und	15	Bei keiner Ladung mit Einschluss					2250
Schleswig	16 u. darüber	allen Zubehörs, als Ketten, Winden, Leinwand, Stroh u. s. w.					2500
England .	leerer Wagen = 1000 k	—		—		2000	3000

Das durchschnittliche Gewicht der unbeladenen Wagen ist nach Bokelberg*) folgendes:

Tabelle II.

		Kilogr.	Ctr.
A. Leichtes Landfuhrwerk.	Einspänner	400	8
	Zweispänner	600	12
	Vierspänner	800	16
B. Schweres Landfuhrwerk.	Zweispänner	900	18
	Vierspänner	1200	24
C. Gewöhnliches Lastfuhrwerk.	Einspänner	700	14
	Zweispänner	1250	25
	Dreispänner	1400	28
	Vierspänner	1600	32
D. Frachtfuhrwerk mit 9 cm bis 12 cm breiten Felgen.	Zweispänner	2000	40
	Dreispänner	2500	50
	Vierspänner	3000	60
	Mehrspänner	3500	70
E. Postwagen.	Zwei- und Dreispänner . . .	900	18
	Vierspänner für 9 Personen .	1750	35
F. Kutschen.	Einspännige, leichte . . .	500	10
	Zweispännige, leichte . .	700	14
	Desgl., schwere	900	18
	Englische Stage coach . . .	1200	24
	Omnibus leichter	1200	24
	Französ. Messagerie-Wagen für 16 Reisende	2250	45

Die Nutzladung pro Pferd nimmt bei wachsender Kopfzahl der Bespannung des Frachtfuhrwerkes unter übrigens gleichen Umständen folgendermassen im Durchschnitt ab:

*) Zeitschrift des hannoverschen Arch.- und Ing.-Vereins, Band I, 1855, S. 74 und v. Kaven, S. 98 und 99.

Digitized by Google

	Kilogr.:	Centn.:
einspännig	2250	45
zweispännig	2200	44
dreispännig	1950	39
vierspännig	1800	36
fünfspännig	1650	33
sechsspännig	1450	29
siebenspännig	1250	25
achtspännig	1100	22

Bokelberg*) hat folgende Tabelle auch noch aufgestellt für den Mittelwerth des Druckes, den jedes Rad eines vierrädrigen Wagens im ruhenden Zustande auf seine Unterlage ausübt:

Tabelle III.

1) Einspänniges, unbeladenes, leicht gebautes Landfuhrwerk	100	kg.
2) Einspännige leere Kutschen	100 ~ 125	„
3) Zweispänniges, leeres, leichtes Land- und Reisefuhrwerk	150	„
4) Einspänniges leeres Lastfuhrwerk	175	„
5) Zweispänniges leeres Reise- und Landfuhrwerk starker Bauart, leere Posten und einspännige, schwer beladene Kutschen	225	„
6) Vierspänniges leeres Landfuhrwerk starker Bauart; leerer Omnibus; zweispänniges leeres Lastfuhrwerk; einspänniges, beladenes, leichtes Landfuhrwerk	300	„
7) Vierspänniges leeres Lastfuhrwerk mit schmalen Radfelgen; einspänniges beladenes Landfuhrwerk starker Bauart; zwei- und dreispännige beladene Posten und Reisewagen	400	„
8) Zwei- und dreispänniges leeres Frachtfuhrwerk mit 10 cm breiten Radfelgen	500	„
9) Einspänniges beladenes Lastfuhrwerk mit schmalen Radfelgen	600	„

*) Technische Anweisung zum Bau und zur Unterhaltung der Kunststrassen in Hannover 1860.

Digitized by Google

10) Einspänniges beladenes Frachtfuhrwerk; vierspänniges leeres Frachtfuhrwerk mit breiten Radfelgen . . . . . 700 kg.
11) Zweispänniges beladenes Landfuhrwerk stärkerer Gattung . . . . . 850 „
12) Zweispänniges beladenes Lastfuhrwerk mit schmalen Radfelgen . . . . . 1200 „
13) Zweispänniges beladenes Frachtfuhrwerk mit schmalen Radfelgen . . . . . 1350 „
14) Zweispänniges beladenes Frachtfuhrwerk mit 10 cm breiten Radfelgen . . . . . 1500 „
15) Zweispänniges schwer beladenes Frachtfuhrwerk mit 15 cm breiten Radfelgen . . . . . 1700 „
16) Ein Fuhrwerk mit der höchsten gesetzlich zulässigen Ladung und mit Rädern von weniger als 15 cm Breite . . . . . 1788 „
17) Dasselbe Fuhrwerk, aber mit 15 cm bis 19 cm breiten Radfelgen . . . . . 1925 „
18) Dasselbe Fuhrwerk, aber mit 19 cm bis 24 cm breiten Radfelgen . . . . . 2062 „
19) Dasselbe mit 24 cm breiten Radfelgen . . . . 2200 „
20) Ueberladene Frachtwagen mit 15 cm breiten Radfelgen in wirklich vorkommenden Fällen 3250 bis 5000 „
21) Transportwagen mit einer leichten Locomotive beladen circa . . . . . 6000 „
22) Transportwagen mit einer schweren Locomotive beladen . . . . . 8000 „

Hierbei müssen wir bemerken, dass die letzten drei Fuhrwerke nur äusserst selten auf unsren Strassen vorkommen werden, so dass wir bei Berechnung unsrer Strassen keine Rücksicht auf sie nehmen können. Unser Strassenoberbau würde zu stark construirt werden müssen und sich also zu theuer stellen. Wir werden bei Berechnung unsrer Pflastersteinstärken einen Raddruck von 3000 kg (60 Centner) zu Grunde legen. — Siehe Fig. 4a und Fig. 5a.

Bei der Bestimmung der zulässigen Maximalbelastung unsrer Strassenoberflächen durch die Wagenräder muss man Rücksicht auf die Grösse der Berührungszonen der Räder nehmen. Die Länge der Berührungszone eines Wagenrades von 1,5 m Höhe auf einer festen Steinbahn kann zu 2,5 cm angenommen werden.

Digitized by Google

Allein nach nicht allzulanger Zeit werden die eisernen Radreifen sich etwa 1,9 cm auf jeder Seite (etwa $^3/_4$ der Berührungszone)

Fig. 4a.

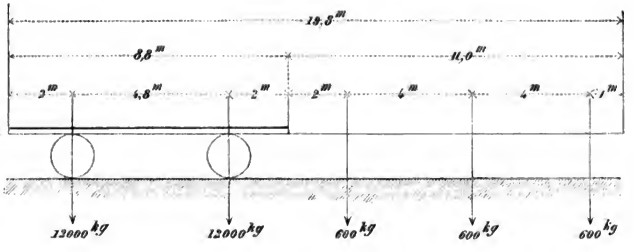
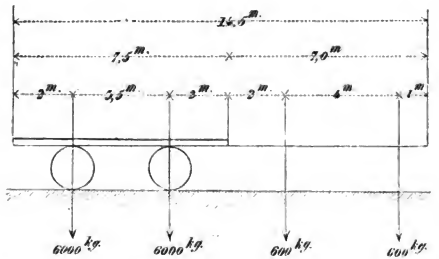


Fig. 5a.



abgeschliffen haben, so dass man für ein Rad von 1,5 m Durchmesser folgende Berührungszonen annehmen kann:

1) bei 5,0 cm breiten Felgen beträgt die Zone etwa 3 qcm,
2) „ 6,0 „ „ „ „ „ „ „ 6 „
3) „ 7,3 „ „ „ „ „ „ „ 9 „
4) „ 10,0 „ „ „ „ „ „ „ 15 „
5) „ 12,0 „ „ „ „ „ „ „ 21 „
6) „ 15,0 „ „ „ „ „ „ „ 27 „
7) „ 20,0 „ „ „ „ „ „ „ 39 „
8) „ 24 „ „ „ „ „ „ „ 51 „

Digitized by Google

Nimmt man ein Rad von grösserem Durchmesser, so wird sich auch die Berührungszone vergrössern, und umgekehrt.

Zum Schluss geben wir noch einige Paragraphen der Berliner Polizei-Verordnung vom 7. April 1867 bezw. 4. Mai 1875 über Grösse u. s. w. der Ladung, Gewicht der Fuhrwerke u. s. w. Sie lauten:

§ 10a. Ladung: Die Ladung eines Fuhrwerkes darf nicht mehr als 2,5 m Breite und, von der Erde gerechnet, 3,7 m Höhe haben. Die Beschränkung hinsichtlich der Breite findet auf Fuhrwerk, welches auf den die Stadt berührenden Chausseezügen hier ankommt, durchgeht oder von hier abführt, keine Anwendung. Das Gewicht der Ladung und des Fuhrwerkes zusammen darf 6000 kg nicht überschreiten.

§ 11. Die Beförderung untheilbarer Lasten von grösseren Abmessungen oder grösserem Gewicht (§ 10a) ist nur in den Stunden von Abends elf bis Morgens neun Uhr gestattet, und muss, sobald mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des einzuschlagenden Weges Verkehrsstörungen zu befürchten stehen, dem Polizei-Präsidium vierundzwanzig Stunden zuvor angemeldet werden.

§ 12. Die Ladung muss im richtigen Verhältnisse zur Leistungsfähigkeit des Gespannes stehen. Ueberladung des Fuhrwerkes, in Folge deren das Gespann zur gehörigen Fortschaffung desselben unvermögend wird, ist strafbar.

§ 13. Die Ladung muss derartig vertheilt und befestigt sein, dass sie weder ganz noch theilweise herabfallen, noch ein Umschlagen des Fuhrwerkes verursachen kann.

Ebensowenig darf sie ganz oder theilweise auf der Erde schleifen.

Ferner ist noch zu bemerken, dass in der Gesetzsammlung für die Königl. Preussischen Staaten 1839, S. 80 (Verordnung, den Verkehr auf Kunststrassen betreffend) § 2 bestimmt, dass auf allen Kunststrassen die Ladung der gewerbsmässig betriebenen Fuhrwerke bei einer Felgenbreite von weniger als 13 cm an Gewicht nicht mehr betragen darf als:

	Vom 15. April bis 15. Novbr.	Vom 15. Novbr. bis 15. April.
1) bei vierrädrigem Fuhrwerke	8000 kg	3000 kg
2) bei zweirädrigem „	2000 „	1500 „

Digitized by Google

§ 3. Die Zugkraft unsrer Lastthiere.

Die mechanische Arbeit, welche ein Thier bei Ueberwindung der Widerstände, die bei der Fortbewegung von Lasten entstehen, verrichtet, nennt man die Zugkraft. Diese Zugkraft ist hauptsächlich abhängig von der Bauart, der Race, dem Alter und dem Gewichte der Thiere, sodann von der Art und Weise seiner Pflege (Ernährung) und seiner Anspannung, von seiner Muskelstärke, von seiner Geschwindigkeit und von seiner täglichen Arbeitszeit.

Bei Verringerung der Arbeitszeit wird eine Vermehrung der Geschwindigkeit oder der Kraft erzielt werden können, und umgekehrt.

Für ein mittelstarkes Pferd ist die mittlere Zugkraft allgemein zu 75 kg angenommen worden, die Geschwindigkeit zu 1,25 m pro Secunde und die tägliche Arbeitszeit zu 8 Stunden, so dass wir eine tägliche Leistung von:

$$A = 75 . 1{,}25 . 8 . 60 . 60 = 2\,700\,000 \text{ Meterkilogrammen}$$

erzielen. Diese Leistung ist die Maximalleistung eines Pferdes! —

Weicht nun die Zugkraft oder die Geschwindigkeit oder die tägliche Arbeitszeit von diesen Mittelwerthen ab, so ändert sich die Gesammttagesleistung und zwar wird sie geringer.

Maschek*) (Gerstner) hat hierfür eine empirische Formel aufgestellt, nach welcher allgemein fast die Zugkraft unsrer Lastthiere berechnet wird; sie lautet:

$$Z = z\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{\tau}{t}\right)$$

Hierin bedeutet:

Z die Zugkraft, z die mittlere Zugkraft, v die Geschwindigkeit, c die mittlere Geschwindigkeit, τ die Arbeitszeit und t die mittlere Arbeitszeit.

Setzen wir zur Probe unsre obigen Werthe ein und sehen wir, was diese Kraftformel uns giebt. Wir haben dann für

*) Maschek, Theorie der menschlichen und thierischen Kräfte. Prag 1849.

Digitized by Google

$z = 75$, für $v = 1{,}25$, für $c = 1{,}25$, für $\tau = 8$ und endlich für $t = 8$ zu setzen und erhalten:

$$Z = 75\left(3 - \frac{1{,}25}{1{,}25} - \frac{8}{8}\right) = 75\,(3-1-1) = 75(3-2) = 75.1 = 75\,\text{kg}.$$

Wir sehen also, dass diese Formel vollständig richtig ist.

Verlangt Jemand z. B. nun eine doppelte Zugkraft als die mittlere, so ist das zu erreichen, wenn $v = {}^1/_2\, c$ und $\tau = {}^1/_2\, t$ wird, dann haben wir:

$$Z = 75\left(3 - \frac{1}{2}\frac{c}{c} - {}^1/_2\,\frac{t}{t}\right) = 75\,(3 - {}^1/_2 = {}^1/_2) = 75\,.\,(3-1)$$
$$= 75\,.\,2 = 150\,\text{kg}.$$

Als Grenze für die Zugkraft oder auch für die Geschwindigkeit oder auch für die Arbeitszeit ergiebt sich das Dreifache von der mittleren Zugkraft, von der mittleren Geschwindigkeit, von der mittleren Arbeitszeit, da wir erhalten:

1) bei $v = 0$ und $\tau = 0$ ist $Z = 75\,.\,3 = 225$ kg.
2) bei $z = 0$ und $\tau = \infty$ ist $v = 3{,}75$ m pro Secunde!
3) bei $v = 0$ und $z = 0$ ist $t = 24$ Stunden d. h. einen ganzen Tag,

denn wir haben stets das Verhältniss:

$$\frac{Z}{z} = \frac{v}{c} = \frac{\tau}{t} = 3 \text{ (nach Maschek)}.$$

Für die mittlere Zugkraft unsrer Lastthiere lässt sich nach der Erfahrung folgende Tabelle aufstellen:

Tabelle IV.

	Mittlere Zugkraft in kg	Mittlere Geschwindigkeit pro Secunde	Arbeitszeit pro Tag	Tägliche Leistung in Meterkilogrammen.
1) Pferd . .	75	1,25 m	8	2 700 000 n. Bokelberg.
2) Maulesel .	50	1 m	8	1 440 000 n. Gerstner.
3) Esel . . .	30	0,75 m	8	648 000 n. Gerstner.
4) Ochse . .	60	0,5 m	8	864 000 n. Burger.

Diese Tabelle hat nur dann Giltigkeit, wenn diese Lastthiere auf einer horizontalen Bahn verwendet werden. Die Zugkraft ändert sich (und zwar wird sie kleiner), sobald die

Digitized by Google

Bahn ansteigt, weil das Thier dann auch noch einen Theil seines eigenen Gewichtes (G) zu überwinden hat. Geschieht die Neigung einer Ebene gegen den Horizont unter einem Winkel α, so ist die Zugkraft auf geneigter Bahn:

$$Z_0 = Z - G \sin \alpha,$$

hierin bedeutet Z die mittlere Zugkraft des Thieres auf horizontaler Bahn.

Bei dem Pferde war $Z = 75$ kg; das Gewicht eines Pferdes ist etwa 300 kg, so dass wir haben:

$$Z_0 = 75 - 300 \,.\, \sin \alpha.$$

Fragen wir nun: bei welcher Steigung wird die Zugkraft des Pferdes zu Null. Es muss dann offenbar $\sin \alpha = 1/4$ sein; dies trifft beinahe bei einem Winkel von 14° 30′ zu. Ist also $\alpha = 14° 30'$, so ist

$$Z_0 = 75 - 300 \,.\, 0{,}25 = 75 - 75 = 0.$$

Diese theoretische Rechnung trifft aber mit der gemachten Erfahrung nicht zu; vielmehr hat das Pferd nicht mehr die Kraft zum Ziehen einer Last bei einem Winkel von 30°.

Weil die Strassen unsrer Städte wol selten eine grössere Steigung als 1 : 50 haben, so finden wir für α also 1° 8′ 45° und für $\sin \alpha = 0{,}02$. Setzen wir das in unsre Gleichung ein, so haben wir die geringste Zugkraft der Pferde, die in unsren Städten ausgeübt werden kann; es ist:

$$Z_0 = 75 - 300 \,.\, 0{,}02 = 75 - 60 = 15 \text{ kg}.$$

Hiernach wird sich also das Beladen der Fuhrwerke zu richten haben.

§ 4. Die Zugwiderstände auf unsren Strassen.

Der Zugwiderstand d. h. der Widerstand der Fortbewegung der Lasten auf Räderfuhrwerken ist nach Morin:

1) sehr nahe proportional der Last und umgekehrt proportional dem Durchmesser der Räder.

2) er ist unabhängig von der Anzahl der Räder und fast unabhängig von der Felgenbreite. Auf compressiblem Terrain nimmt er mit der Felgenbreite ab.

Digitized by Google

3) auf weichem und compressiblem Terrain wie z. B. gewachsenem Boden, Sand, Erdbahnen, ist der Widerstand unabhängig von der Geschwindigkeit sowol für Wagen mit als ohne Federn.

4) im Schritt von 1 m pro Secunde ist auf gutem Pflaster und Steinschlagbahnen der Widerstand derselbe für Wagen mit oder ohne Federn. Von dieser Geschwindigkeit ab wächst der Widerstand nahezu proportional mit der Zunahme der Geschwindigkeit; die Zunahme des Zuges ist aber um so geringer, je weniger steif der Wagen, je besser die Federn und je glatter die Strasse ist.*)

5) auf einem guten und dichten Pflaster ist der Widerstand im Schritt $^3/_4$ von dem der besten Steinschlagbahnen, und im Trab ist bei gut angehängten Wagen der Widerstand auf dem Pflaster gleich dem auf einer guten Steinschlagbahn. Auf schlechtem und mittelmässig unterhaltenem Pflaster mit grossen Fugen ist er im Trab (12 000 m bis 13 000 m pro Stunde) grösser als auf guten Steinschlagbahnen.

6) die Neigung des Zuges, welche dem Maximum des Nutzeffectes entspricht, muss im Allgemeinen mit dem Widerstande des Bodens wachsen und um so grösser sein, je kleiner die Vorderräder sind. Auf gewöhnlichen Strassen führt dies dahin, dass man sich der horizontalen Richtung — soviel als es die Construction des Fuhrwerkes erlaubt — möglichst nähert. — —

Bei der Berechnung der Widerstände nehmen wir also an, dass bei den Räderfuhrwerken die wälzende Reibung am Radumfange und die Zapfenreibung zu überwinden ist, dass der Gesammtwiderstand unabhängig ist von der Geschwindigkeit des Fuhrwerkes und direct proportional mit dem Gewichte des Wagens, dass er abhängig ist von der Strassen-

*) Dieser sehr beachtenswerthe Einfluss der Federn ist leicht erklärlich. Wenn z. B. ein Rad des Fuhrwerkes einen festen Stein auf der Bahn trifft, welcher von dem Rade überstiegen werden muss, so würde, falls das Fuhrwerk keine Federn besitzt, das ganze Gestell des Wagens durch einen Stoss in die Höhe gehoben. Durch diesen Stoss geht aber ein nicht zu unterschätzender Theil der Arbeitsleistung verloren. Besitzt aber das Fuhrwerk Federn, so kann dieser Arbeitsverlust nicht eintreten, weil der Stoss auf das ganze Gestell dadurch verhütet wird, dass diese elastischen Federn bekanntlich die Kraft ansammeln und dann wieder von sich geben.

Digitized by Google

oberfläche und von der Construction und sonstigen Beschaffenheit der Fuhrwerke.

Die Räder eines Fuhrwerkes erzeugen zwar nur rollende Reibung, während das Gewicht des Wagenkastens nicht nur diese, sondern auch noch die Zapfenreibung hervorbringt. In der Praxis vernachlässigt man dies aber und setzt auf völlig horizontaler Bahn den Gesammtwiderstand oder — zutreffender gesagt — den Zugwiderstand:

$$Z = w \,.\, Q. \tag{1}$$

In dieser kleinen Formel ist Q das Gesammtgewicht des Wagens (Eigengewicht und Ladung) und w der Widerstandscoefficient.

Dieser Zugwiderstand ändert sich aber bedeutend auf einer geneigten Bahn. Bezeichnen wir mit q das Gewicht der Zugthiere, mit Q_1 das Gewicht des leeren Wagens, mit Q_2 das Gewicht der Nutzlast, mit s das Neigungsverhältniss und mit w wiederum den Widerstandscoefficienten, so ist der Zugwiderstand auf geneigter Bahn:

$$Z = (Q_1 + Q_2)\, w \pm (Q_1 + Q_2 + q)\, s. \tag{2}$$

In dieser Formel wird das Pluszeichen bei steigender Bahn gewählt, während man das Minuszeichen selbstverständlich bei fallender Bahn zu berücksichtigen hat.

Wenn wir nun wieder für $Q_1 + Q_2 = Q$ setzen, so erhalten wir die kürzere Formel:

$$Z = Q \,.\, w \pm (Q + q)\, s.^{*}) \tag{3}$$

*) Launhardt sagt (in seinen Vorträgen über Wegebau an dem Königl. Polytechnikum zu Hannover) etwa Folgendes zu dieser Berechnung:

Beim Transport treten dauernd eine Reihe von verschiedenen Widerständen auf, weil die Bewegung in dem mit Materie gefüllten Raume vor sich geht:

1) Reibungswiderstände, die von der Constructionsweise des Fuhrwerkes abhängig sind, von der Geschwindigkeit aber unabhängig und direct proportional mit dem Gewichte, so dass wir also die Formel aufstellen können:

$$W_1 = \alpha\, Q. \tag{1}$$

Bei Räderfuhrwerken kommt hier die rollende Reibung zwischen Radumfang und Bahn und die Achsen- oder Zapfenreibung in Frage, so dass die Formel (1) richtiger wäre:

$$W_1 = \alpha_1 (Q_r + Q_a) + \alpha_2 Q_a = \alpha_1 Q_r + (\alpha_1 + \alpha_2) Q_a, \tag{2}$$

wenn Q_r das Gewicht der Räder und Q_a das Gewicht, welches auf der Achse ruht, bezeichnet. Diese Formel wird aber in der Praxis niemals verwendet!

2) Widerstand, entstehend durch die Stösse und die dabei

Digitized by Google

Um diese Formeln zu unsren Berechnungen des Zugwiderstandes benutzen zu können, müssen wir vor allen Dingen den Widerstandscoefficienten w feststellen, der beim Strassenverkehr nur sehr langsam mit der Geschwindigkeit wächst, so dass er vielfach als unabhängig von der Geschwindigkeit betrachtet wird.

Nach den Versuchen von dem hier schon mehrfach erwähnten Franzosen Morin und den von ihm aufgestellten Werthen hat Weisbach folgende Tabelle berechnet.

---

entstehenden Arbeitsverluste; sie sind proportional den Geschwindigkeiten. Da zum Theil die Anzahl der Stösse mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt, so ist etwa:

(3) $$W_2 = (\beta v + \gamma v^2)\, Q,$$

wenn v die Geschwindigkeit ist.

Combinirt man (1) und (3), so erhält man:

4) $$W_1 + W_2 = (\alpha + \beta v + \gamma v^2)\, Q.$$

3) Widerstand, entstehend durch die Verdrängung der Materie, in welcher die Bewegung stattfindet, d. h. Luftwiderstand, Widerstand des Wassers, Widerstand durch Einschneiden von Gleisen auf Strassen und Erdwegen. — Diese Widerstände sind wesentlich abhängig von der Geschwindigkeit und von der räumlichen Gestaltung. Wir haben zu schreiben:

(5) $$W_3 = (\alpha_1 + \beta_1 v + \gamma_1 v^2)\, f(R),$$

worin $f(R)$ die Function einer räumlichen Gestaltung bezeichnet. Die Bestimmung dieses letzten Widerstandes ist durch Versuche bis jetzt am allerwenigsten erreicht. Beim Wasserverkehr tritt diese Art des Widerstandes allein auf; da der Rauminhalt des eingetauchten Körpers proportional dem Gewichte ist, so bleibt der Transportwiderstand der Schiffe aber doch abhängig vom Gewichte derselben. Ueber die zweckmässigste Form des eingetauchten Schiffskörpers liegen jahrhundertelange Beobachtungen und manche theoretische Untersuchungen vor, wogegen z. B. für den Eisenbahnverkehr diese Art des Widerstandes noch immer nicht genügend bestimmt ist, auch bei der Bauart der Fuhrwerke hat weniger Berücksichtigung finden können u. s. w. — — —

Diese theoretischen Untersuchungen sind zwar sehr interessant, haben aber für den Praktiker wenig Bedeutung; wir müssen uns im Strassenbau deshalb mit den einfachen, von uns oben angegebenen Formeln begnügen, die auch vollständig für unsre Zwecke ausreichend sind.

Digitized by Google

Tabelle V

der Widerstandscoefficienten für Fuhrwerke.*)

Die Reifenbreite ist 10 bis 12 cm, die Achsenstärke 6,5 cm, der Coefficient der Achsenreibung $\varphi = 0{,}065$.

Bezeichnung der Strasse	Frachtwagen		Karren		Eilwagen		
	Mittlere Radhöhe in Metern		Radhöhe in Metern		Radhöhe in Metern		
	1,25	1,40	1,57	2,0	1,16		
					Schritt	Trab	Scharfer Trab
I. Schotterstrasse.							
1) in sehr gutem Zustande, trocken und eben:	1/50	1/58	1/66	1/83	1/48	1/41	1/40
2) wenig feucht, mit Staub und einigen freiliegenden Schotterstücken:	1/35	1/41	1/47	1/59	1/34	1/27	1/24
3) sehr hart, grober Schotter, nass:	1/43	1/50	1/57	1/71	1/42	1/27	1/23
4) hart, mit leichten Gleisen und weichem Kothe:	1/27	1/32	1/36	1/45	1/26	1/22	1/20
5) hart, mit Gleisen und Koth:	1/22	1/26	1/30	1/37	1/21	1/18	1/17
6) sehr aufgefahren und mit dickem Kothe:	1/19	1/22	1/25	1/31	1/18	1/16	1/15
7) sehr aufgerissen, mit Koth und 5 bis 8 cm tiefen Gleisen	1/14	1/17	1/19	1/24	1/14	1/12	1/12
8) sehr schlecht, dicker Koth, harter und rauher Grund, 8 bis 10 cm tiefe Gleise:	1/13	1/15	1/17	1/21	1/12	1/10,5	—

*) Bei unbeladenen Fuhrwerken, zu denen auch die Eilwagen sowie alle Personenwagen (Luxuswagen), auch wenn sie von Personen dicht besetzt sind, gerechnet werden müssen, berücksichtigt Weisbach die Geschwindigkeit, wie wir sehen.

Digitized by Google

Bezeichnung der Strasse	Frachtwagen		Karren		Eilwagen		
	Mittlere Radhöhe in Metern		Radhöhe in Metern		Radhöhe in Metern		
	1,25	1,40	1,57	2,0	1,16		
					Schritt	Trab	Scharfer Trab
II. Sandsteinpflasterung.							
1) sehr gutes:	1/65	1/75	1/86	1/103	1/62	1/42	1/36
2) gewöhnliches, trocknes:	1/60	1/70	1/80	1/100	1/57	1/41	1/36
3) gewöhnliches, nasses und mit Koth:	1/46	1/54	1/61	1/76	1/44	1/33	1/29
III. Brückenbahn von Holz:	1/43	1/50	1/69	1/71	1/42	1/42	—
IV. Erddamm.							
1) sehr gut und trocken:	1/27	1/32	1/36	1/45	1/26	1/26	—
2) mit einer 2,5 bis 4 cm hohen Kiesdecke:	1/10,5	1/12	1/14	1/17	1/10	1/10	—
3) mit einer 5 bis 9 cm hohen Kiesdecke:	1/9	1/10	1/12	1/15	1/8,6	1/8,6	—
4) mit einer 10 bis 15 cm hohen Kiesschicht:	1/8	1/10	1/11	1/14	1/8	1/8	—
V. Strasse mit ungebahntem Schnee.	1/14	1/17	1/19	1/24	1/14	1/14	1/14

Eine zweite Tabelle findet sich im „Deutschen Bauhandbuch“ S. 173. Sie giebt folgende Werthe.

Tabelle VI.

Widerstandscoefficienten für verschiedene Strassenarten.

Art und Beschaffenheit der Strasse	Grenzwerthe	Mittelwerthe
1) vorzügliches Steinpflaster . .	0,010 ~ 0,015	0,013
2) gutes „ . .	0,015 ~ 0,025	0,020
3) geringes „ . .	0,025 ~ 0,040	0,033

Digitized by Google

Art und Beschaffenheit der Strasse	Grenzwerthe	Mittel-Werthe
4) gutes Holzpflaster	0,016 ~ 0,020	0,018
5) Asphalt-Strasse	0,010 ~ 0,016	0,013
6) makadamisirte Strasse mit Theer und Pech gedichtet	0,008 ~ 0,012	0,010
7) do. gewöhnlicher Makadam in vorzügl. Zustande	0,012 ~ 0,020	0,015
8) do. in gutem Zustande	0,020 ~ 0,025	0,023
9) mit Staub u. s. w. bedeckt . . .	0,025 ~ 0,030	0,028
10) do. mit Schlamm und leichten Gleisen bedeckt, auch neue nicht vollständig gedichtete Strassen	0,030 ~ 0,040	0,035
11) do. von sehr geringer Beschaffenheit	0,040 ~ 0,080	0,050
12) Erdwege, vorzüglich gut . . .	0,022 ~ 0,050	0,045
13) dgl. gut	0,050 ~ 0,100	0,080
14) dgl. schlecht	0,100 ~ 0,200	0,160

Ebenso allgemein hält sich Bokelberg; er setzt für den Widerstandscoefficienten unabhängig von der Geschwindigkeit:*)

Tabelle VII.

1) auf den allerbesten Steinbahnen	$\frac{1}{75}$.**)
2) auf guten Steinbahnen	$\frac{1}{50}$.
3) auf schlechten Steinbahnen	$\frac{1}{25}$.
4) auf ebenen, festen, trocknen Erdwegen . .	$\frac{1}{20}$.

*) „Beziehung zwischen Ansteigung der Strassen und Nutzleistung der Zugthiere." Zeitschr. des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins Bd. II 1856.

**) Dieser Widerstandscoefficient kann nur unter den allergünstigsten Verhältnissen erzielt werden und muss deshalb als Grenzwerth betrachtet werden. Nach Ansicht des Verf. d. B. kann man durchschnittlich auf neuen, sauber gepflasterten Steinbahnen den Widerstandscoefficienten nur zu $\frac{1}{60}$ bis höchstens zu $\frac{1}{65}$ annehmen, was mit der durch Erfahrung gewonnenen Ansicht anderer Schriftsteller etwa übereinstimmen möchte.

Digitized by Google

5) auf schlechten Erdwegen . . . . . $\frac{1}{10}$.

6) auf den allerschlechtesten Erdwegen . . . $\frac{1}{5}$.

Mit diesen einfacheren Werthen wollen wir nun unsre Formeln durch ein Zahlenbeispiel verständlicher machen.

Haben wir einen vollbeladenen Wagen, der 1000 kg wiegt, fortzubewegen, so ist der Zugwiderstand auf völlig horizontaler Bahn nach Formel (1) gleich:

$$Z = w \,.\, Q = w \,.\, 1000.$$

Ist $w = \frac{1}{75}$, so $Z = 13\frac{1}{3}$ kg; ist $w = \frac{1}{50}$, so $Z = 20$ kg;

„ $w = \frac{1}{25}$ „ $Z = 40$ „ „ $w = \frac{1}{20}$ „ $Z = 50$ „

„ $w = \frac{1}{10}$ „ $Z = 100$ „ „ $w = \frac{1}{5}$ „ $Z = 200$ „

Hiernach würde also für die ersten 4 Strassen ein Pferd zur Fortschaffung des Wagens genügen, während bei schlechten und sehr schlechten Erdwegen zwei Pferde bez. drei Pferde vorgespannt werden müssten.

Da aber eine völlig horizontale Bahn höchst selten eine grössere Länge hat, so wird man am meisten wol mit der Formel (2) rechnen müssen. Ist $Q_1 + Q_2 = Q = 1000$ kg, ist ferner $q = 750$ kg und $s = \frac{1}{50}$, was wol in unseren Städten als Maximalsteigung angenommen werden darf, so ist:

$$Z = Q\,w + (Q + q)\,s = 1000 \,.\, w \pm 1750 \cdot \frac{1}{50} = 1000 \,.\, w \pm 35.$$

Bei steigender Bahn:		Bei fallender Bahn:	
Für $w = \frac{1}{75}$	ist $Z = 48\frac{1}{3}$ kg	Für $w = \frac{1}{75}$	ist $Z = -21\frac{2}{3}$ kg
„ $w = \frac{1}{50}$	„ $Z = 55$ „	„ $w = \frac{1}{50}$	„ $Z = -15$ „
„ $w = \frac{1}{25}$	„ $Z = 75$ „	„ $w = \frac{1}{25}$	„ $Z = 5$ „
„ $w = \frac{1}{20}$	„ $Z = 85$ „	„ $w = \frac{1}{20}$	„ $Z = 15$ „

Digitized by Google

Bei steigender Bahn:	Bei fallender Bahn:
Für $w = \frac{1}{10}$ ist $Z = 135$ kg	Für $w = \frac{1}{10}$ ist $Z = 65$ kg
„ $w = \frac{1}{5}$ „ $Z = 235$ „	„ „ $w = \frac{1}{5}$ „ $Z = 165$ „

Wir ersehen hieraus, dass auf Steinbahnen bei einer Steigung von $\frac{1}{50}$ ein Pferd die Kraft hat, 1000 kg fortzubewegen, dass aber für die Last auf besseren Erdwegen zwei Pferde vorgespannt werden müssen, während auf sehr schlechten Erdwegen diese verhältnissmässig geringe Last bei $\frac{1}{50}$ Steigung noch nicht einmal von drei mittelkräftigen Pferden gezogen werden kann.

Ferner zeigte die kleine Rechnung, dass bei $\frac{1}{50}$ Fallen der Strasse auf guten Steinbahnen ein Wagen von 1000 kg Gewicht und Ladung noch gebremst werden muss, damit er die Pferde nicht beschädigt, dass ein Pferd zum Fortschaffen der Last genügt und dass nur bei den allerschlechtesten Erdwegen mehrere Pferde vorzuspannen sind.*)

Bei allen den vorstehend genannten Formeln des Zugwiderstandes haben wir aber noch einen Widerstand unberücksichtigt gelassen, der auch Beachtung verdient.

Wenn nämlich die Räder über feste, scharfkantige Erhöhungen weggehen oder, wie man auch zuweilen sagt, emporsteigen, so entsteht ein Widerstand, den man annäherungsweise und für die Praxis vollständig genügend, wenn h die erwähnte Erhöhung, r den Radius der Räder und Q den Druck eines Rades bezeichnet, berechnen kann nach der Formel:

$$W = Q\sqrt{\frac{2h}{r}} \tag{4}$$

§ 5. Welchen Anforderungen hat die Strasse zu genügen?

Wie wir bereits sagten, so wird auf den Strassen ein Oberbau aufgeführt, um den Widerstand der Fuhrwerke möglichst zu vermindern; die Strasse muss also auch so gebaut sein, dass

*) In Curven nimmt der Widerstand um ein Geringes zu, was man aber in der Praxis stets vernachlässigt.

Digitized by Google

dieser Widerstandscoefficient auch ein möglichst geringer werden kann.

Ist der Widerstandscoefficient klein, so ist auch die Zugkraft eine geringe. Man spart demnach beim Transportiren von Lasten auf guten, zweckmässig befestigten Strassen bedeutend an Zugkraft, oder anders gesprochen: auf wohlgebauten Strassen kann man mit der vorhandenen Zugkraft z. B. der eines Pferdes bedeutend grössere Lasten fortschaffen als etwa auf einem weichgefahrenen Sandwege. Der Transport wird um so billiger, je besser die Strasse gebaut ist.

Aber auf guten Strassen wird auch sowol Pferd wie Fuhrwerk mehr geschont; die Fahrt geht glatter, ist stossfreier, auch schneller.

Es ist deshalb die Strasse mit einer möglichst glatten und ebenen Oberfläche zu versehen, damit eben die rollende Reibung der Räder eine möglichst geringe werden kann. Diese glatte Oberfläche muss den Zugthieren eine bequeme Bahn bieten, auf welcher dieselben nicht ausgleiten und stürzen.

Aber die Strasse soll auch genügende Tragfähigkeit besitzen. Es soll sich der Druck des Transportwagens auf eine genügend grosse Fläche des Untergrundes vertheilen. Es geht daraus hervor, dass je grösser und stärker der Verkehr ist, je schwerer und häufiger die Lastwagen sind, desto tragfähiger und fester die Strassenbahn sein muss.

Nicht nur die Strassenoberfläche, sondern auch namentlich der Strassenuntergrund, das Strassenbette oder die Unterbettung, müssen dauerhaft sein gegen die Angriffe der Fuhrwerke (der Räder) und gegen die Hufe der Zugthiere. Die Strasse soll sich aber auch durch atmosphärische Niederschläge (Regen, Hagel, Schnee) und namentlich durch Frost nicht leicht zerstören lassen.

Die Strasse soll dem auf ihr herrschenden Verkehre vollständig genügen, soll so breit sein, dass Verkehrsstörungen möglichst vermieden werden; deshalb muss die Strasse um so breiter angelegt werden, je stärker der Verkehr ist.

Endlich soll die Strasse in Anlage und Unterhaltung möglichst billig sein. Man wird also zur Befestigung der Strassenbahn stets dasjenige Material nehmen müssen, das am leichtesten und mit den geringsten Kosten zu beschaffen

Digitized by Google

ist. In Gebirgsgegenden beispielsweise wird man also zweckmässig dasjenige Steinmaterial wählen, das im Gebirge selbst vorkommt und von allen in der Nähe zu beziehenden Gesteinen die grösste Festigkeit hat.

Es ist klar, dass bei der hohen Bedeutung der Strassen — zumal der städtischen Strassen — die zweckmässigste Wahl des Materials von jeher eine grosse Rolle gespielt hat und immer noch eine grosse Rolle spielt. Gewissenhafte Ingenieure haben sich alle erdenkliche Mühe gegeben, ein Strassenpflaster herzustellen, das allen den genannten Anforderungen vollständig genügen sollte; aber die Frage: „Welches Material in jeder Beziehung das beste ist," ist bis heute noch nicht entschieden!

Wir werden, nachdem wir alle Strassenpflasterungsmethoden ausführlich durchsprochen, zum Schluss noch einen Vergleich zwischen allen Materialien anstellen und werden sehen, dass die Entscheidung dieser wichtigen Frage keine leichte ist.

§ 6. Das Längenprofil der Strassen.

Bei der Bestimmung des Längenprofiles einer Strasse oder Chaussee hat man zu bedenken, dass zwar eine völlig horizontale Strasse nur eine geringe Zugkraft verlangt, im Vergleiche zu einer ansteigenden, und also die Zugthiere schont, dass aber eine horizontale Strasse leichter kothig wird als eine ansteigende, weil das Tagewasser nicht abfliessen und somit den Koth nicht mit fortschaffen kann. Ferner sollen die Zugthiere die grösste Ausdauer beim Fortschaffen von Lasten zeigen, wenn ihre Kräfte abwechselnd bald mehr, bald minder beansprucht werden, wenn also die Strasse bald mehr, bald minder ansteigt. Aus diesen Gründen wäre es also am rationellsten, wenn man die Strasse mit Steigungen versieht. Aber man muss nicht vergessen, dass ein starkes Gefälle wegen des rasch abfliessenden Tagewassers die Strasse stark angreift, so dass also durch ein starkes Gefälle die Unterhaltung der Strasse eine sehr kostspielige wird.

Nun hat Umpfenbach beobachtet, dass bei 0 bis $\frac{1}{72}$ Steigung die Strasse kothig war, bei $\frac{1}{48}$ bis $\frac{1}{36}$ kein Koth mehr

Digitized by Google

vorhanden war, bei $\frac{1}{18}$ sich schon (wegen Abwaschung des Kieses) die Steine der Grundlage bis 5 cm hervorstehend zeigten, während bei $\frac{1}{18}$ bis $\frac{1}{9}$ die Strasse uneben war und die Steine der Grundlage bis zu 15 cm Höhe herausstanden. Aus diesen Gründen glaubt er, die Strasse zwischen horizontal und $\frac{1}{24}$ anlegen zu müssen; gewöhnlich aber wählt man ein Gefälle von $\frac{1}{144}$ bis $\frac{1}{192}$*) weil hierbei die Strassen schon merklich trocknen, und dieses Gefälle fast stets ohne besondre Erdarbeiten herzustellen ist.

Im Allgemeinen wird also der Satz stets richtig sein:

Diejenige Strasse ist stets die beste, welche sich der horizontalen am meisten nähert.

Als Maximum der Steigung besteinter Kunststrassen ist gestattet:

Tabelle VIII.

1)	nach einer alten preussischen Verordnung	$\frac{1}{16}$
2)	nach einer preussischen Dienst-Anweisung (1834)	$\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{18}$
3)	nach Schemerl	$\frac{1}{24}$ „ $\frac{1}{18}$
4)	„ Lenglier zum mindesten	$\frac{1}{17}$
5)	„ Wiebeking	$\frac{1}{18}$
6)	„ Krüger	$\frac{1}{24}$
7)	„ Schütte	$\frac{1}{24}$
8)	„ Sartorius	$\frac{1}{24}$

*) In runden Zahlen ausgedrückt $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{200}$ (mit genügender Sicherheit).

Digitized by Google

9) Nach Telford . . . . . $\frac{1}{30}$

10) „ Edgeworth . . . . . $\frac{1}{30}$

11) „ Röder . . . . . $\frac{1}{16}$

12) „ Pechmann . . . . . $\frac{1}{22}$ bis $\frac{1}{16}$

13) „ Umpfenbach . . . . . $\frac{1}{24}$ „ $\frac{1}{18}$

14) „ Sganzin . . . . . $\frac{1}{18}$ „ $\frac{1}{11}$

15) „ Parnell . . . . . $\frac{1}{36}$ „ $\frac{1}{30}$

16) „ Elie du Beaumont . . . . . $\frac{1}{20}$*)

17) „ Frésaguet $\frac{1}{18}$ nach oben hin allmälig abnehmend bis auf $\frac{1}{36}$.

Nach der preussischen Dienstanweisung ist, falls die zu ersteigende Höhe mehr als 30 m beträgt, für jede folgende Höhe von 30 m die Steigung um $\frac{1}{288}$ so lange zu verringern, bis solche im Berglande $\frac{1}{18}$ und im Hügellande $\frac{1}{36}$ beträgt. Auf langen Steigungen müssen für die Pferde Ruheplätze mit einer Steigung von $\frac{1}{144}$ angelegt werden.

Da wir uns nur für die Steigungen der Strassen in unseren Städten interessiren, so mögen obige Daten im Allgemeinen für uns ausreichend sein. Wir wollen nur noch bemerken, dass die Maximalsteigung:

1) im Gebirge $\frac{1}{20} = 50$ mm $= 5\% = 50‰$ **)

*) Dies ist die stärkste erlaubte Ansteigung der Hauptstrassen in Frankreich.

**) Es darf wol allgemein als bekannt vorausgesetzt werden, dass man die Steigungsverhältnisse aller Strassen in Form eines Bruches oder durch

Digitized by Google

2) im Hügellande $\frac{1}{25}$ = 40 mm = 4% = 40‰

3) im Flachlande $\frac{1}{40}$ = 25 mm = $2\frac{1}{2}$% = 25‰ beträgt.

Für unsre städtischen Strassen müssen wir thunlichst grosse Steigungen vermeiden. In unsren Städten haben wir — oder sollen wir wenigstens gute Bahnen haben, für die der höchst wichtige Satz sich ergeben hat, dass: je besser die Bahn ist, sie um so weniger steigen darf!

Deshalb wollen wir daran festhalten, unsre städtischen Strassenanlagen mit einer Steigung von höchstens $\frac{1}{50}$ oder 20 mm oder 2% zu versehen, und vor allen Dingen bei Asphaltbahnen (siehe daselbst) grössere Steigungen wie $\frac{1}{60}$ wegen ihrer Glätte vermeiden. Nur in den allernothwendigsten Fällen soll also die Steigung in unsern Strassen $\frac{1}{50}$ überschreiten! —*)

Für jede zu bauende Strasse muss unter Berücksichtigung des zu erwartenden Verkehres der kleinste zulässige Halbmesser der Curven**) berechnet werden. Da in unsern Städten sich Krümmungen wol kaum werden vermeiden lassen, so ist es unsre Aufgabe, hier Einiges über die Krümmungshalbmesser anzugeben.

Für Langholztransporte ist ein Krümmungshalbmesser von 50 m noch als ausreichend zu bezeichnen. Im Allgemeinen werden für die meisten Strassen noch Halbmesser von 25 m genügen. Bei den alleruntergeordnetsten

---

Angabe der Millimetersteigung nach einem Meter oder in Procenten oder in Promillen auszudrücken pflegt. Die Angabe der Millimetersteigung nach einem Meter möchte am empfehlenswerthesten sein.

*) Nach preussischer Vorschrift soll in preussischen Städten für die Hauptstrasse ein Längengefälle von 20 mm, für lange Nebenstrassen ein solches von 25 mm auf d. lfd. Meter nicht überschritten werden. — Nur bei Brückenanrampungen dürfen Steigungen bis 70 mm angelegt werden.

**) Für preussische Chausseen ist in dem Circular-Erlass vom 17. Mai 1871 vorgeschrieben, dass bei einem Radius der Mittellinie der Strasse $\leqq$ 75 m auf eine angemessene Verbreiterung der Strasse bezw. des Strassendammes Rücksicht genommen werde.

Digitized by Google

Strassen ist ein Halbmesser von mindestens 10 m unter allen Umständen zu wählen. *)

Die hannoversche Instruction schreibt als Minimum vor, wenn L die Länge des Gespannes, B die Breite der Steinbahn, R der kleinste zulässige Halbmesser ist:

$$R = \frac{L^2}{2B}$$

Nehmen wir ein Viergespann an, so ist für $L = 17$ m zu setzen, und wir erhalten:

Tabelle IX

für $B = 20$ m	ist der Krümmungsradius	$R =$ 7,23 m	(8 m),
„ $B = 15$ „	„ „	$R =$ 9,63 „	(10 m),
„ $B = 12$ „	„ „	$R = 12{,}04$ „	(12 m),
„ $B = 10$ „	„ „	$R = 14{,}45$ „	(15 m),
„ $B = 8$ „	„ „	$R = 18{,}06$ „	(18 m),
„ $B = 7{,}5$ „	„ „	$R = 19{,}27$ „	(20 m),
„ $B = 6$ „	„ „	$R = 24{,}08$ „	(24 m),
„ $B = 5$ „	„ „	$R = 28{,}9$ „	(29 m),
„ $B = 4$ „	„ „	$R = 36{,}125$ „	(37 m),

Für andre Strassenbreiten lässt sich nach dieser Formel sehr schnell der zulässig kleinste Krümmungshalbmesser der Strassencurven berechnen. Nun wird man aber niemals dieses kleinste Maass wählen, sondern — wenn nur irgend möglich — einen Zuschlag geben und das Maass möglichst abrunden. Man darf nicht vergessen, dass dieser kleinste Krümmungsradius — wie aus obiger Formel ersichtlich — nicht nur von dem Verkehre oder von der Länge der Bespannung, sondern auch von der Breite der Strasse abhängt, und mit wachsender Breite derselben abnimmt. Es geht daraus hervor, dass alle Strassen von gleichen Radien gleiche Breiten erfordern und umgekehrt.

Erwähnen wollen wir noch, dass für Pferde-Eisenbahn-Gleise ein Radius von $15 \sim 18$ m zur Noth noch gewählt werden darf.

Die Constructionen der Curven finden sich im § 10.

*) Ausführliche theoretische Berechnungen der Krümmungshalbmesser finden sich z. B. in v. Kaven's „Wegebau" S. 174—183. — Wir glauben, dass in unsrem — für Praktiker vorzugsweise verfassten — Werke diese Berechnungen nicht unbedingt nöthig sind und obige Angaben vollständig genügen.

Digitized by Google

§ 7. Das Querprofil der städtischen Strassen.

Die Breite der Strassen hat sich im Wesentlichen zu richten:
1) nach der Grösse und dem Verkehre der Stadt,
2) nach der Höhe der anliegenden Häuser.

Je stärker der Verkehr ist, desto breiter müssen die Strassen sein; deshalb sind die Strassen im Mittelpunkte der Stadt, wo der Verkehr stets am regsten herrscht, breiter zu machen als etwa in den Vorstädten. Aber die Breite hat sich auch nach der Höhe der demnächst dort zu erwartenden Häuser zu richten, hohe, vier- bis fünfstöckige Häuser verlangen einen breiteren Zwischenraum als kleine, einstöckige.

Es gilt deshalb beispielsweise in Paris die städtische Bauordnung, die sich übrigens auch noch in andren Städten Frankreichs und hier und da auch in unsren deutschen Städten vorfindet, dass die Breite der Strasse gleich der Höhe der Häuser sein muss, so dass kein Theil des Daches in eine unter einem Winkel von 45° von der gegenüberliegenden Strassenkante gedachte Linie treffen darf. (Siehe weiter unten: Baupolizeigesetze in Cöln.)

Und eine solche Breite unsrer Strassen ist auch mindestens nöthig, wenn die Bewohner derselben hinreichend mit Luft und Licht versorgt sein sollen, mit diesen beiden Hauptbedingungen für die Gesundheit und das Leben eines jeden Individuums. Deshalb sollte in jeder städtischen Bauverwaltung dringend auf genügende Strassenbreiten geachtet werden.

Die Gesammtbreite einer Strasse beträgt bei rationeller Bauausführung das 1,6—1,8fache der Fahrbahnbreite. Für jedes Pferdebahngleis hat man 2,5 m Breite anzunehmen.

Nach den dem Verfasser zugesandten Berichten der Magistrate und Stadtbauämter lässt sich über die Durchschnittsbreite der Strassen und Trottoirs unsrer grösseren deutschen Städte und die des Auslandes Folgendes sagen.

In Berlin kommen zumeist folgende 3 Strassenbreiten vor:

1) Fahrdamm 11,0 m u. 2 Trottoirs l. u. r. v. je 4,0 m; zus. also 19 m.
2) „ 15,0 „ „ 2 „ „ „ „ „ „ 5,5 „ „ „ 26 „
3) „ 15,0 „ „ 2 „ „ „ „ „ „ 7,5 „ „ „ 30 „

Von den bedeutendsten Strassen Berlins wären zu nennen:

Digitized by Google

die Strasse „Unter den Linden“ von zusammen 58 m Breite und 1280 m Länge (s. Bau der Prachtstrassen);

die Gneisenaustrasse von 52,4 m Breite;

die Friedrichstrasse von zusammen 25 m Breite und 3400 m Länge;

die Leipzigerstrasse von zusammen 22 m Breite.

In der Stadterweiterung von Mainz kommen gewöhnliche Strassen zwischen 12 m und 22 m vor, ferner Strassen von 16 m und 20 m, an welche beiderseitig Vorgärten von bez. 8 m und 10 m Tiefe grenzen sollen, endlich Alleestrassen von 30 und 34 m Breite. Der Boulevard zwischen dem neuen und dem alten Stadttheil erhält eine Mittelpromenade von zum Theil 10 m, zum Theil sogar 27,5 m Breite, zu jeder Seite einen Fahrweg von 10 m und einen Fusssteg von 5 m, so dass also die ganze Strasse nicht weniger als 40, resp. 57,5 m Breite hat.

In Wien sind Strassen von 9, 11, 13, 15, 19, 23 m üblich, in Magdeburg, Görlitz, Genf, Nürnberg, Antwerpen gilt 15 m für die Minimalbreite der Strasse, in Hamburg 17 m, in Bremen 9 m.

In Breslau werden gegenwärtig die Fahrdämme 10 bis 12 m breit angelegt, die Trottoirs je 3 bis 4 m breit. Die Hauptstrassen der inneren Stadt haben im Durchschnitt eine Gesammtbreite von 13 bis 15 m. Neuanzulegende Hauptstrassen werden 20 m breit angelegt und eventuell mit Vorgärten von 3 m Tiefe.

In Frankfurt am Main beträgt die Durchschnittsbreite neuanzulegender Strassen 15 m (für untergeordnetere) bis 26 m (für Hauptstrassen).

In Stuttgart ist als Minimalbreite der Strassen 15 m festgesetzt, doch dürfen Landstrassen ausserhalb der Stadt eine Breite von nur 11,0 m besitzen.

Die Breite des Fahrdammes einer neuanzulegenden Strasse in Stettin (s. Fig. 14) ist auf 10 m festgesetzt, die Breite jedes Fussweges auf 5 m, so dass also die Gesammtbreite der Strasse 20 m beträgt.

Die Durchschnittsbreite der in Carlsruhe anzulegenden Strassen beträgt 12 m, wobei zwei 2,7 m breite Trottoirs inbegriffen sind, und 15 m mit zwei Trottoirs von je 3,5 m.

In der Stadt Basel erhalten die Strassen in der neueren Stadt Baulinien von 12 bis 15 m Weite; die Strassenbreiten

Digitized by Google

entsprechen meist diesen Breiten, werden aber für mehr untergeordnetere Strassen von kürzerer Länge und geringerem Verkehre auf 9 m reducirt, wobei alsdann die Häuser kleinere Vorgärten erhalten (siehe die betreffenden Normalprofile bei den *Steinpflasterungen*).

In *Leipzig* sind die Fahrbahnen 14, 17, 23 und 34 m breit und gilt dort als Regel, dass der Strassendamm $^2/_3$, die Fusswege zu jeder Seite je $^1/_6$ der Strassenbreite (annähernd) erhalten.

In *Hannover* sind die Strassendämme 12 bis 20 m breit, die Trottoirs 2 bis 3,5 m.

In *Cöln am Rhein* lautet die Polizeiverordnung, betreffend die Anlage von Trottoirs, folgendermassen:

§ 2. Bei allen Neu- und Umpflasterungen von Strassen muss in der Folge nachstehendes Breitenverhältniss der Bankette und der Trottoirs zu der ganzen Strasse in Anwendung kommen.

Tabelle X.

Bei einer Strassenbreite

von	3,75 m	bis	4,0 m	eine	Bankettbreite	von	0,65 m,
„	4,4 „	„	5,4 „	„	„	„	0,65 „
„	5,75 „	„	6,0 „	„	„	„	0,65 „
„	6,25			„	„	„	0,80 „
„	6,6 „	„	6,9 „	„	„	„	0,94 „
„	7,2			„	„	„	1,0 „
„	7,5			„	„	„	1,25 „
„	7,8			„	„	„	1,40 „
„	8,12 „	„	8,75 „	„	„	„	1,6 „
„	9,0			„	„	„	1,72 „
„	9,4 „	„	11,5 „	„	„	„	1,9 „

Bei Strassenbreiten von über 12 m, sowie bei Strassen von ungleichen Breiten und solchen, in denen das Alignement noch nicht durchgeführt ist, wird die Breite der Fussgänger-Banketts resp. der Trottoirs nach Berathung mit der städtischen Behörde durch die Polizeibehörde besonders festgestellt.

§ 16. In Strassen von weniger als 6,25 m Breite darf die Vorderfront neuer Gebäude nicht höher als 10,25 m, und in Strassen von 6,25 bis 8,40 m Breite nicht höher als 12,00 m ausgeführt werden. In Strassen von mehr als 8,40 m Breite darf die Höhe von 12,00 m nur um das Maass der Mehrbreite über-

Digitized by Google

schritten werden. Das Dach darf unter keinem grösseren Winkel als 50 Grad ansteigen. Ein Gleiches gilt hinsichtlich der Erhöhung von bereits vorhandenen Gebäuden. Bei Eckhäusern ist an der schmaleren Seite bis auf die Länge von 12,00 m ein für die breitere Strasse zulässiges Höhenmaass gestattet. Die Höhe des Gebäudes wird von dem Strassenpflaster bis zur Oberkante des Dachgesimses in der Höhe der Traufkante gemessen.

Einzelne strassenwärts gelegene Aufbauten, welche über die im Anfange dieses Paragraphen festgesetzte Höhe resp. Linie hervorragen, können ausnahmsweise von der Polizeibehörde gestattet werden.

Für grössere, zu öffentlichen, oder in hervorragendem Grade gemeinnützigen Zwecken bestimmte Bauwerke kann die Polizeibehörde eine Abweichung von den vorstehenden Bestimmungen ausnahmsweise gestatten, insoweit ohne dieselben die Bestimmungen des Bauwerkes nicht in der durch das öffentliche Interesse gebotenen Vollständigkeit würde erreicht werden können. —

Aehnliche Polizeiverordnungen über die zulässige Höhe der Häuser finden sich in fast allen Städten des In- und Auslandes. So z. B. sollen in Kristiania, wie uns ein norwegischer Baubeamte versichert, die angrenzenden Wohngebäude nur eine Maximalhöhe von etwa 15 m haben; vierstöckige Häuser sollen ganz verboten sein; die Breite der Strassen beträgt dort gewöhnlich 12 m.

In Baden-Baden beträgt die Durchschnittsbreite für die neuen Strassen, welche neue, bessere Bauviertel durchziehen, 14,00 m; in Arbeiterquartieren schwankt die Strassenbreite zwischen 7 m bis 9 m; ausserhalb des Weichbildes der Stadt werden auf umliegenden Höhen ebenfalls schmälere Strassen, an denen Villen angebaut werden, von 9 m bis 11 m Breite angelegt.

In Dresden werden die Strassen in der Breite von durchschnittlich 17 und 20 m (mit Einschluss der beiderseitigen Fusswege) angelegt; Strassen von einer grösseren Breite und zwar von 30, 32 und 40 m Breite, wie sie neuerdings zur Aufnahme besonders starken Verkehres angelegt worden sind, gehören zu den Ausnahmen.

In Strassburg im Elsass erhalten die Strassen in dem Projecte der erweiterten Stadt als Maximum 30,00 m und als Minimum 16,00 m Breite.

Digitized by Google

Die Hauptstrassen in Madrid sollen (nach der Zeitschr. des Hannov. Arch.- u. Ingenieur-Vereins 1861) 30 m breit werden mit mittlerem, 16 m breitem Fahrwege. Zu jeder Seite dieses Fahrweges ist ein 3 m breiter, etwas erhöhter Pfad für Wasserträger, Lastträger u. s. w. projectirt. Die an jeder Seite noch übrigen 3 m Breite sollen als Trottoirs für die Fussgänger dienen. Die einzelnen Wege werden durch Quaderpfeiler getrennt, die neben dem Fahrwege mit Bäumen, zwischen den Fusswegen mit Laternenpfählen abwechseln. — Die weniger wichtigen Strassen erhalten 20 m Breite, und zwar einen 10 m breiten Fahrweg und an jeder Seite desselben doppelte Fusswege von je 2,5 m Breite. — Die geringste Strassenbreite ist zu 15 m festgesetzt, wovon 9 m auf den Fahrweg und 3 m auf jeden der beiden einfachen Fusswege kommen. Die engsten Strassen erhalten hiernach zwei, die übrigen vier Baumreihen. —

In Paris kommen nach Oppermann folgende Strassenbreiten vor:

Tabelle XI.

Breite der ganzen Strasse.	Breite eines jed. Trottoirs.	Breite des befestigten Weges (Steinbahn, Pflaster).
Meter.	Meter.	Meter.
3,50	0,75	2,00
5,00	0,75	3,50
8,00	1,50	5,00
10,00	1,70	6,60
12,00	2,40	7,20
14,00	2,80	8,40
15,00	3,00	9,00
17,00	3,40	10,20
18,00	3,60	10,80
19,00	3,80	11,40
20,00	4,00	12,00
und darüber	höchstens	wenigstens.

Die Querprofile der neuen Strassenanlagen in Budapest findet der geschätzte Leser im IX. Abschnitte unter: „Bau der Prachtstrassen". Ebendaselbst finden sich auch noch andere Querprofile.

In Hamburg wird die Umbauungshöhe H aus gesundheitlichen Rücksichten = der Breite der Strasse B gewöhnlich ge-

Digitized by Google

setzt. Jedoch ist es gestattet, die Häuserhöhe $H = B + 6$ m anzulegen. — —

Aus der Verkehrsgrösse kann die erforderliche Breite einer Strasse nach der allgemeinen Formel berechnet werden:

$$B = b_0 \frac{Z max\, l_0}{3600\, v} + m.$$

Hierin bedeuten: b_0 die Breite der passirenden Fuhrwerke $+0{,}5$ m Zuschlag; $Z max$ das Stundenmaximum des Verkehrs; l_0 Fuhrwerkslänge nebst Bespannung $+1$—5 m Zuschlag v die mittlere Geschwindigkeit; m eine Zusatzbreite, die für das seitliche Halten von 1 bis 2 Fuhrwerksreihen nöthig ist.

(S. Deutsches Bauhandbuch S. 186.)

In den preussischen Vorschriften vom 28. Mai 1876 sollen in der Regel folgende Breiten nicht unterschritten werden: für Hauptverkehrsstrassen 30 m, für lange Nebenstrassen 20 m, für alle übrigen Strassen 12 m.

Der „Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege“ sucht für Hauptverkehrsstrassen zum Mindesten 25 m, für lange Nebenstrassen 20 m, für alle übrigen Strassen 15 m Breite als Minimalbreite durchzuführen. —

Gewöhnlich erhalten die Strassen nur einen Fahrdamm und zwei Trottoirs, die etwa 0,15 und 0,25 der gesammten Strassenbreite ausmachen. In Berlin, Paris, Dresden und vielen andren Städten gilt als Regel, von der Gesammtbreite $^3/_5$ für den Fahrdamm und $^1/_5$ für jedes der beiden Trottoirs bei Stadterweiterungen abzutheilen. Nach dieser Vorschrift wäre also die Gesammtbreite das $1^2/_3$fache der Fahrdammbreite.

Bei Strassen mit grösserem Verkehre werden jedoch zwei Fahrdämme angelegt, welche durch einen Reitweg, dessen Minimalbreite 2,5 m beträgt, oder durch eine zumeist mit Bäumen eingefasste Promenade (Kiesweg von mindestens 5 m Breite) von einander getrennt sind.

Man hat bei den Hauptverkehrsstrassen die verschiedensten Anordnungen getroffen, welche Combinationen von Fahrdämmen, Trottoirs, Promenaden und Reitwegen sind, die in dem Para-

Digitized by Google

graphen: „Bau der Prachtstrassen“ von uns eingehender behandelt werden.

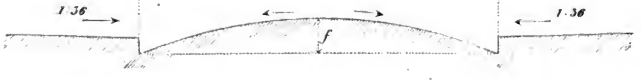
Das Querprofil der Strassen muss so angeordnet sein, dass das Tagewasser rasch abfliessen kann. Bei einer schlechten Entwässerung würde der ganze Strassenkörper, namentlich der Untergrund, aufgelockert, wodurch leicht Formveränderungen der Oberfläche entstehen. Die Strassenpflasterung kann weniger den Pferdehufen und den Wagenrädern widerstehen; sie verliert ihre Festigkeit und Tragfähigkeit, weil das in den Mulden sich ansammelnde Wasser durchsickert und bei eintretendem Frostwetter die Strasse vollständig zerstört. Es ist deshalb von jeher das Bestreben der Ingenieure gewesen, durch eine möglichst zweckmässige Construction für die vollständige Entwässerung des ganzen Strassenkörpers zu sorgen.

Da auf einer in der Breite horizontalen Strasse das Tagewasser nicht in die gewöhnlich zu beiden Seiten der Strasse angebrachten Rinnen fliessen würde, so muss das Querprofil der Strasse so angeordnet sein, dass das Wasser nach der Quere ein Gefälle hat.

Bei dem Längenprofil findet aber genau dasselbe statt: bildet dasselbe eine horizontale Strecke, so würde das Wasser auf dieser Strecke stehen bleiben; bildet dasselbe ein Gefälle, so würde das Wasser der Länge nach hinunterlaufen und leicht zur Beschädigung der Strasse Veranlassung geben. Deshalb muss man auch hier für eine Entwässerung sorgen.

Man hat nun verschiedene Anordnungen ersonnen, die wir hier durchsprechen und durch schematische Skizzen erläutern wollen.

Fig. 4.



1) die Steinbahn wird gewölbartig gekrümmt (Fig. 4). Man glaubte damit eine sehr rationelle Anordnung getroffen zu haben, weil man annahm, dass dieses Gewölbe auch

Digitized by Google

gleichzeitig beim Tragen der Last wirkte. „Indessen ist" — sagt v. Kaven — „diese Ansicht nicht völlig motivirt, denn bei einem Gewölbe muss man vollständig feste Widerlager voraussetzen, welche bei der flachen Wölbung die Bordsteine nicht bilden können; ausserdem müssen die einzelnen Steine eines Gewölbes unten frei sein, um gleichmässig gegen einander zu drücken, was bei einer Steinbahn, da sie auf dem Untergrunde aufliegt, nicht der Fall ist.

In dieser Beziehung nützt also die gewölbte Form nichts. Für den Verkehr hat sie noch folgende Nachtheile:

a) die Wagen stehen nur in der Mitte der Strasse aufrecht und benutzen diese daher vorzugsweise, besonders hochbeladene Frachtwagen. Es bilden sich daher in der Mitte Gleise, und da dort das Seitengefälle am geringsten, so wird die Strasse am meisten dort befahren und abgenutzt. Man muss die Steinbahn daher in der Mitte stärker machen, was auch meistens geschieht.

b) bei starker Krümmung und starkem Gefälle, welches nach den Seiten rasch wächst, drücken die Naben ungleichmässig auf die Achsen, und die Räder haben die Tendenz, zur Seite zu rutschen. Hierdurch werden die Abnutzung der Strasse und die erforderliche Zugkraft vermehrt, und bei im Winter glatter Bahn entstehen Unbequemlichkeiten und zuweilen Gefahren.

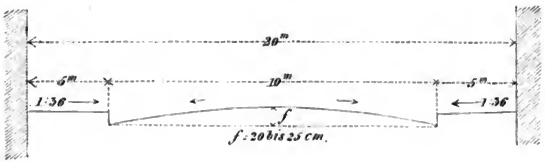
c) würde man die Fusswege nach dem Kreisbogen fortsetzen, so erhielten sie ein zu starkes Gefälle, und wenn sie in einer geringeren Neigung durch eine grade Linie an die Steinbahn anschlössen, so bildete sich in dem Zusammenstosse ein Winkel, in welchem der von der Mitte der Bahn abgeschwemmte Schlamm liegen bleiben würde. Wollte man der Strasse gleich diese Form geben, welche der Schlamm bildet, so wäre dies schwierig herzustellen, auch würde dann der Fussweg eine krumme Linie bilden.

Aus diesen Gründen dürfte also eine starke Wölbung des ganzen Fahrdammes nicht zu den günstigsten Anordnungen gerechnet werden. Will man den Strassendamm wölben, was ja immer noch häufig und mit Vorliebe gethan wird, so hat man dafür zu sorgen, dass sich der Pfeil f zu der ganzen Fahrdammbreite l (Fig. 14) verhält wie 1 : 50 bis 1 : 30. Ueber das Verhältniss 1 : 30 darf aus praktischen Rücksichten nicht gegangen

Digitized by Google

werden, unter das Verhältniss 1:50 wird man aber auch der Entwässerung wegen wol nicht gehen können.*)

Fig. 14.



Zur Bequemlichkeit unsrer geschätzten Leser haben wir hier für die gewöhnlichen Strassenbreiten unsrer Städte den zugehörigen Pfeil berechnet.

Tabelle XII
zur Berechnung der Pfeilhöhen gewölbter Strassen

Fahrdamm-Breite l =	Pfeilhöhe f min. =	f max. =	f Mittel = (rund)	Fahrdamm-Breite l =	Pfeilhöhe f min. =	f max. =	f Mittel = (rund)	
5	0,100	0,167	0,140	11	0,220	0,367	0,290	in Metern
6	0,120	0,200	0,160	12	0,240	0,400	0,320	
7	0,140	0,233	0,190	13	0,260	0,433	0,350	
8	0,160	0,267	0,210	15	0,300	0,500	0,400	
9	0,180	0,300	0,240	18	0,360	0,600	0,480	
10	0,200	0,333	0,270	20	0,400	0,667	0,540	

2) die Fahrbahn ist gebildet aus zwei Linien, welche von der Mitte nach den Gossen hin abfallen und ihren Schnittpunkt also grade auf der Strassenmitte haben. Diese Anordnung ist deshalb keine schlechte, weil sich bei dem Befahren der Strasse gar bald ein Uebergang des Profiles in

*) Bei den einzelnen Pflasterungsmethoden wird man hierüber noch nähere Angaben finden. Hier sei nur noch erwähnt, dass § 94 der hannov. Instruction lautet: „Die Wölbung der Pflasterbahn, wo deren Borde gegen einander in der Horizontalen liegen, erfolgt nach der Kreislinie und zwar ist auf jeden Breitenfuss $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Zoll zu rechnen.“ — Es wäre das etwa ein Verhältniss von $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{37,5}$.

Digitized by Google

die Form eines flachen Bogens einstellt, so dass aus dem Profile Fig. 4 gar bald das Profil Fig. 6 entsteht, welches für das abfliessende Wasser durchaus von Vortheil ist. Auf diese Weise erhalten wir wiederum eine schwach gewölbte Strassenbahn. Statt der in der Skizze angegebenen Gefällverhältnisse wählt man aber besser ein Seitengefälle von **1 : 40**.

Fig. 5.

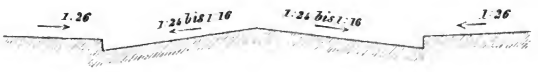
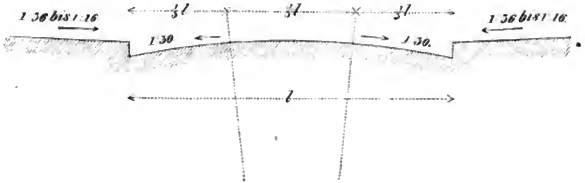


Fig. 6.

3) das Querprofil besteht aus zwei geneigten Ebenen wie ad 2) nur mit dem Unterschiede, dass beide in der Mitte durch einen kurzen, schwachgewölbten Kreisbogen verbunden sind (Fig. 7). Dieses

Fig. 7.



Querprofil wurde nach einer Verfügung vom 31. December 1851 bei den preussischen Chausseen versuchsweise ausgeführt. Die beiden Ebenen erhielten ein Gefälle von 1 : 24 (und bei weniger gutem Materiale ein stärkeres Gefälle von 1 : 16); die Fusswege

Digitized by Google

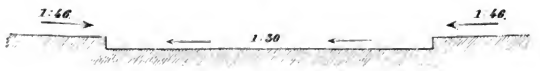
waren 1 : 16 geneigt, und die Mitte der Strassenbahn war rund abgewalzt.

Auch bei den englischen Strassen hat Law dieses Profil eingeführt und zwar mit einem Gefälle von 1 : 30 für die geneigten Ebenen.

Es sollen sich aber diese Querprofile nicht so gut gehalten haben als die schwachgewölbten Profile. —

4) die Strasse ist nur nach einer Seite geneigt (Fig. 8). Die Neigung darf aber nur schwach sein, damit die

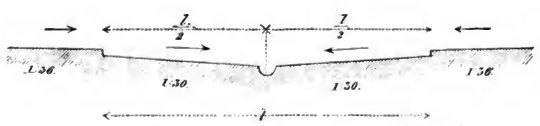
Fig. 8.



Fuhrwerke nicht zu schräg stehen oder gar nach dem tiefer liegenden Punkte zu gleiten. Die Neigung darf das Maass von 1 : 30 nicht überschreiten, muss aber für den Abfluss des Tagewassers mindestens eine Neigung von 1 : 50 haben. Diese Anordnung ist nicht schlecht; sie lässt sich leicht ausführen, wird aber im städtischen Strassenbau nur bei schmalen Querstrassen, vorzugsweise aber bei Uferstrassen, Verwendung finden. Nach Ansicht einiger Schriftsteller soll diese Anordnung eine ungleichmässige Dauer und Abnutzung der Strasse sehr fördern, was aber nicht der Fall ist, sobald die Strasse ein genügend starkes Längengefälle besitzt, das für eine bequeme Ableitung des Wassers Sorge trägt.

5) das Wasser wird auf zwei von beiden Seiten nach der Mitte zu geneigten Ebenen nach der Mitte

Fig. 9.

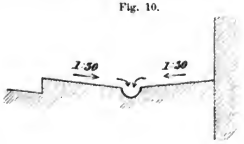


der Strasse geführt, wo es in einer gepflasterten Gosse — die dann stets nöthig ist — abgeleitet wird (Fig. 9). Diese Anordnungsweise, die sich noch heute in alten

Digitized by Google

und kleineren Städten vorfindet, ist veraltet. Sie ist die schlechteste von allen den bisher genannten, weil bei heftigem Regenwetter grosse Wassermengen die Mitte der Strasse überschwemmen würden, im Winter aber Glatteis entsteht, auf dem die Pferde stürzen. Ausserdem würde in schmalen Strassen mit einer tieferen Gosse in der Mitte bei Einspännern das Pferd stets in diese Gosse treten müssen. Aus diesen Gründen ist diese Anordnung zu verwerfen und als vollständig unzweckmässig zu bezeichnen!

Fig. 10.



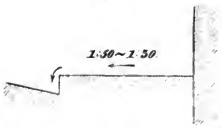
Die letztere Anordnung muss auch bei Fusswegen (Fig. 10) stets vermieden werden.*)

Fig. 11 zeigt ein horizontales Trottoir mit einer mittleren Gosse. Das ist die schlechteste Anordnungsweise, die sich denken lässt!

Die Fusswege (Trottoirs oder Bürgersteige)

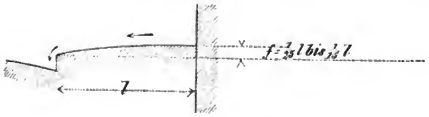
Fig. 11.

Fig. 12.



müssen ebenfalls ein Gefälle nach der Fahrbahn zu haben, das entweder durch eine geneigte Ebene (Fig. 12) oder durch eine

Fig. 13.



schwachgewölbte Curve (Fig. 13) erreicht wird; die erstere Anordnungsweise ist die häufigere. Das Gefälle beträgt auch

*) Verfasser erinnert sich, auf einer Vergnügungsreise in der Stadt Rinteln a. d. Weser noch diese total verkehrte Anordnung bei den Bürgersteigen gefunden zu haben; sie mag sich auch sonst noch irgendwo finden, muss aber unter allen Umständen als veraltet bezeichnet werden.

Digitized by Google

hier $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{30}$ am besten, doch kommen auch stärkere Gefälle bis zu $\frac{1}{16}$ vor; indessen soll man diese starken Gefälle, sofern es das Material zulässt, thunlichst zu vermeiden suchen. Die in den Skizzen 5 und 7 angegebenen Gefällverhältnisse sind deshalb nicht zu acceptiren. In vielen Städten lautet die Vorschrift, das Gefälle des Bürgersteiges nicht unter **1:40** zu nehmen; man sollte aber beim Granitplattenbelage nicht unter **1:60** gehen; weit sicherer ist das Gefälle von $1:70 \sim 1:80$, da sich die Unzweckmässigkeit eines zu starken Gefälles bei feuchtem Wetter und Glatteis sehr bemerkbar macht.

Von dem Längengefälle der Fahrbahn haben wir schon im vorhergehenden Paragraphen gesprochen.

Das Längengefälle der Gossen oder Rinnsteine sowie die verschiedenen Constructionen der Gossen und der Fusswege werden bei den einzelnen Pflasterungssystemen von uns ausführlich behandelt werden (s. daselbst).

Gute Normalprofile findet der geschätzte Leser im vierten Abschnitte. Wir glauben hier ausführlich genug gewesen zu sein und wollen deshalb den Paragraphen schliessen mit einem Citat aus dem vortrefflichen „Buche der Erfindungen, Gewerbe und Industrien" Band I, das interessante Schlüsse zieht, die wol Beachtung zu finden verdienen. In diesem Werke heisst es u. A. folgendermassen:

„Man unterscheidet bei jeder Anlage einer neuen Strassengruppe Haupt- und Verbindungsstrassen. Erstere sollten nicht unter 15 m breit, die Verbindungsstrassen nicht unter 10 m, aber auch nicht über 14 m breit angelegt werden. Denn gewähren zu schmale Strassen nicht frische Luft genug und beengen den Verkehr, so sind zu breite Strassen im Winter zu kalt, im Sommer zu heiss und bieten gar oft das Bild der Leere und Oede. Ebenso ist es mit der Anzahl der Strassen. Man hat namentlich in neuester Zeit häufig den Fehler gemacht, zu vielen Platz für die Strassen, zu wenig für die Bauplätze zu verwenden. Ein solcher Strassenluxus aber kostet unendlich viel Geld für Unterhaltung und Bewachung der Strassen. Zwischen je zwei Hauptstrassen sollten mindestens 96 m Zwischenraum sein, denn Grundstücke an Hauptstrassen

Digitized by Google

bedürfen zu nützlicher Bebauung mindestens 48 m Tiefe, und zwei solcher Grundstücke, mit dem Rücken an einander, müssen zwischen je zwei Hauptstrassen angenommen werden. (Siehe § 9. Grundzüge für Stadterweiterungen.) Von einer Verbindungsstrasse zur andren aber sollten an den Hauptstrassen mindestens 10 Häuser, zu 20 m Fronte, also 200 m Strassenlänge, liegen. Die Strasse nicht allzu sehr zu krümmen ist allerdings angemessen, aber auch hier kann man übertreiben, denn gerade Strassen von mehr als 600 m Länge werden schon sehr langweilig. Dies beweist unter andren die über eine Stunde lange Friedrichstrasse in Berlin.

Welch langweiligen Anblick allzuregelmässig angelegte Städte gewähren, das zeigen u. A. Mannheim, Triest, Cadix und New-York mit ihren rechtwinkligen Strassen, und Karlsruhe mit seinem kreisrunden Hauptplatz, von dessen Mitte aus man in alle Strassen langhin sehen kann. Auch in klimatischer Hinsicht sind diese langen, geraden Strassen, sind überhaupt solche übertrieben regelmässige und weitschichtige Anlagen gefährlich. Wind, Sonnenhitze, Staub u. s. w. werden hier immer viel lästiger fallen, als in den etwas gekrümmten Strassen, die einerseits schöne Bilder, andererseits Schutz vor den Unbilden der Witterung gewähren." . . . . . .

§ 8. Allgemeines über die Grösse und Form der Plätze.

„Wenn die Strassen für den gewöhnlichen Verkehr, für das Hin- und Herlaufen Raum genug bieten, so treten doch in dem Verkehre jeder Stadt Anhäufungen ein, welche erweiterte Stellen bedingen. Wir wollen hier nur die Aufstellung von Verkaufsständen zu Jahrmärkten, Messen, Wochenmärkten, die vorübergehende Aufstellung von Sehenswürdigkeiten, die Postirung von Droschken, Dienstmännern u. s. w. erwähnen. Ferner erfordert die Rücksicht auf die Gesundheit der Bewohner ebenfalls die Anlage solcher Ausweitungen, freier Plätze. Solche Plätze, theils für den Verkehr ganz frei gelassen, theils um der Gesundheit willen mit Pflanzen, Springbrunnen u. s. w., theils endlich um der Zierde und um der Hebung des Gemeinsinnes, der Vaterlandsliebe willen mit Kunstwerken, Denkmalen u. s. w. besetzt, müssen ziemlich gleichmässig vertheilt werden; namentlich aber an solchen Stellen, wo Strassen in schiefem Winkel, besonders in grösserer Anzahl, an einander stossen, ist es am besten, auf einen

Digitized by Google

kleinen Platz Bedacht zu nehmen. Aber auch die grossen freien Plätze dürfen nicht zu selten vorkommen. Kann man auch nicht mit einem Zauberschlage auf denselben Baumreihen, Springbrunnen, Statuen u. s. w. hervorrufen, so sollte man doch nicht solche Plätze zu lange wüste liegen lassen, denn verwahrloste Stadttheile befördern nicht den Verkehr. Auf der Mitte grosser, geräumiger Plätze, oder längs der Seiten derselben, da ist die rechte Stelle für öffentliche Gebäude, welche nicht in enge Strassen, noch weniger an winkelige Orte eingepfropft werden dürfen."

Diese Worte des „Buches der Erfindungen" sind wol zu beachten. Freie Plätze sind im Allgemeinen kein Luxus, sondern sind unbedingt nöthig für den Verkehr, für die Gesundheit der lebenden Wesen.

Was die Grösse der Plätze anlangt, so sollen allzu grosse Plätze*) möglichst vermieden werden, weil dieselben im Sommer zu viel Staub und Hitze verbreiten, zu viel Kosten für Erwerbung, Unterhaltung und Reinigung verursachen und oftmals Verkehrsverwirrungen hervorrufen. Allzu grosse Plätze sind meistentheils Luxus. Man wird statt ihrer lieber kleinere Plätze in grösserer Anzahl anlegen.

Die Form der Plätze**) wird theils durch Verkehrsrücksichten, theils durch ästhetische Rücksichten bedingt sein; im Allgemeinen werden nur folgende Formen bei Anlage neuer Städte oder Stadterweiterungen zur Ausführung kommen:

1) die quadratische Form.

2) die Rechteck- oder Parallelogrammform.

3) die Dreiecksform.

4) die Kreisform (Belle-Alliance-Platz in Berlin, Königsplatz in Kassel, Gärtnerplatz in München).

5) die Halbkreisform und Halbpolygonform (Dammthor in Hamburg).

6) eine Zusammensetzung der Formen sub 1 bis 3.

Kleinere Plätze, welche meistens die quadratische, recht-

*) Die Plätze für das Militär (Exercirplätze), welche vielfach vor den Kasernen gelegen sind, werden stets eine sehr grosse Breite und Länge verlangen. Es ist deshalb bei Stadterweiterungen erwünscht, diese Plätze, wenn irgend thunlich, ausserhalb der Stadt zu legen.

**) Mit Benutzung des Werkes von Baumeister „Stadterweiterungen", Berlin, 1876. S. 180. — In diesem Werke finden sich die verschiedensten Platzanordnungen.

Digitized by Google

eckige und dreieckige Form besitzen, werden am einfachsten durch Abkantungen der Häuser an Strassenecken, welche in manchen Stadtbauverordnungen zwischen 2 m und 10 m in der Schräglinie vorgeschrieben werden, oder durch Abkantungen spitzer Strassenwinkel und Strassenmündungen unter verschiedenen Winkeln gebildet.

Grössere Plätze, welche zumeist die Formen sub 2, 4 und 6 besitzen, werden mit Kirchen, Denksäulen, Springbrunnen und Statuen gewöhnlich geschmückt und mit Baumreihen, Rasenplätzen, Blumenbeeten, Ruhebänken versehen, falls der Verkehr nicht einen freien Platz verlangt.

Bei sehr langen Strassenzügen ist eine Unterbrechung derselben durch kleinere oder grössere Plätze, die mit Anlagen versehen sind oder auch ganz frei liegen, namentlich sehr zu empfehlen, weil dadurch das Monotone der Strasse etwas gehoben wird und das Auge einen angenehmen Ruhepunkt erhält.

§ 9. Grundzüge für Stadterweiterungen.

Nachdem wir im Vorhergehenden über die Breite der städtischen Strassen u. s. w. genügende Angaben gemacht haben, bleibt uns noch übrig, die Grundgesetze hier aufzuführen, nach welchen Stadterweiterungen oder ganz neue Städte angelegt zu werden pflegen.

In der im September 1874 in Berlin stattgefundenen ersten Versammlung des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine wurden folgende Grundzüge für Stadterweiterungen nach technischen, wirthschaftlichen und polizeilichen Beziehungen aufgestellt:

1) die Projectirung von Stadterweiterungen besteht wesentlich in der Feststellung der Grundzüge aller Verkehrsmittel: Strassen, Pferdebahnen, Dampfbahnen, Canäle, die systematisch und deshalb in einer beträchtlichen Ausdehnung zu behandeln sind.

2) das Strassennetz soll zunächst nur die Hauptlinien enthalten, wobei vorhandene Wege thunlichst zu berücksichtigen sind, sowie solche Nebenlinien, welche durch locale Umstände bestimmt vorgezeichnet sind. Die untergeordnete Theilung ist jeweils nach dem Bedürfniss der

Digitized by Google

näheren Zukunft vorzunehmen, oder der Privatthätigkeit zu überlassen.

3) die Gruppirung verschiedenartiger Stadttheile soll durch geeignete Wahl der Situation und sonstiger charakteristischer Merkmale herbeigeführt werden, zwangsweise nur durch sanitarische Vorschriften über Gewerbe.

4) Aufgabe der Baupolizei ist die Wahrung nothwendiger Interessen der Hausbewohner, der Nachbarn und der Gesammtheit gegenüber dem Bauherrn. Solche Interessen sind: Feuersicherheit, Verkehrsfreiheit, Gesundheit (einschliesslich Zuverlässigkeit der Construction gegen Einsturz). Dagegen sind alle ästhetischen Vorschriften verwerflich.

5) es ist für Stadterweiterungen wünschenswerth, dass die Expropriation und Inpropriation von Grundstücken in angemessener Weise gesetzlich erleichtert werde. Noch wichtiger würde der Erlass eines Gesetzes sein, welches die Zusammenlegung von Grundstücken behufs Strassendurchlegungen und Regulirung der Bauplatzformen erleichtert.

6) der Stadtgemeinde kommt die Befugniss zu, sich für die von ihr aufgewandten Kosten neuer Strassen mit Zubehör Deckung von Seiten der anstossenden Grundeigenthümer zu verschaffen. Unter den betreffenden finanziellen Formen empfehlen sich, namentlich wenn das Verfahren der Regulirung vorausgegangen ist, besonders Normalbeiträge pro Meter der Frontlänge jedes Grundstückes.

7) die Eigenthumsverhältnisse, welche mit Festsetzung eines Stadterweiterungsplanes sich bilden, sowie die Verpflichtung der Anstösser einerseits und der Gemeinde andrerseits bedürfen der gesetzlichen Regelung. Auf Flächen, welche zu künftigen Strassen und Plätzen bestimmt sind, darf nach gesetzlicher Feststellung des Planes nicht mehr oder nur gegen Revers gebaut werden. Dem Eigenthümer gebührt zu verlangen, dass Grundstücke in künftigen Plätzen angekauft werden, sobald die umliegenden Strassen hergestellt sind. Für Zugänglichkeit und Entwässerung von vereinzelten Neubauten muss zunächst durch die Eigenthümer gesorgt werden. Doch sollte die Gemeinde sich allgemein zur vollständigen Herstellung und Unterhaltung einer neuen Strasse verbindlich machen, sobald Sicherheit besteht, dass

Digitized by Google

ein gewisser Theil aller angrenzenden Grundstückfronten mit Häusern versehen sind. —

Von diesen Resolutionen haben vorzugsweise die drei ersten für uns ganz besonderes Interesse.

„Es ist erwünscht", sagt das „Deutsche Bauhandbuch" S. 183, „dass bei jeder grösseren Stadterweiterung für eine gewisse Gruppirung der zukünftigen Bewohnerschaft gesorgt werde, bei welcher Fabrikanten und Grosshandwerker, Kaufmanns- und Handelsstand und endlich der ganze übrige Theil der Bevölkerung eigene Banviertel zugewiesen erhalten. Die relative Lage der drei Gruppen ist meist schon durch locale Verhältnisse bestimmt; wo dies nicht der Fall ist, kann man eine durch die Erfahrung vielfach bestätigte Regel anwenden, nach welcher der Industrie die Ostseite einer Stadt zufallen soll, aus dem Grunde, dass bei der östlichen Lage die Ausdünstungen am schnellsten und ohne Belästigung des westlich liegenden Stadttheiles in die Atmosphäre entweichen.

Der Besonderheit der Verkehrsmittel, welche jedes einzelne Stadtviertel nach seiner Bewohnerschaft bedarf, ist bei der Plangestaltung mindestens in der Weise Rechnung zu tragen, dass der Zukunft die Möglichkeit gewahrt bleibt, die nöthigen Anlagen unschwer einzurichten, wenn solche etwa nicht schon von vornherein zur Ausführung kommen." —

Die Stadterweiterung hängt in erster Linie ab von dem Zuzug der Bevölkerung, welchen eine Stadt von aussen her erfahrungsgemäss pro Jahr erhält, d. h. also von dem jährlichen Wachsthum einer Stadt. Dieses durchschnittliche jährliche Wachsthum der bedeutendsten deutschen Städte in der Zeit vom Jahre 1845 bis 1872 betrug:

in Berlin 4,09 %,	in Königsberg i. P. 1,96 %,
„ Breslau 3,43 %,	„ Leipzig 3,15 %,
„ Dresden 3.73 %,	„ Magdeburg 2,62 %,
„ Hamburg 2,33 %	„ München 2,37 %.
„ Köln 1,73 %,	

Von den 4,09 % jährlichen Zuwachses in Berlin kommen durchschnittlich etwa:

63 % auf die Industrie,
10 % auf den Handel und den Verkehr,
27 % auf die andren Berufsarten.

Pro Kopf der Bevölkerung rechnet man

Digitized by Google

a) bei sehr dichter Bebauung etwa 10—20 qm Grundfläche,

b) bei gewöhnlicher dichter Bebauung etwa 20 — 40 qm Grundfläche,

c) bei mässiger Bebauungsdichte 40—80 qm Grundfläche,

d) bei sehr geringer Bebauungsdichte etwa 80 — 100 qm Grundfläche und mehr.

Nach den Antheilen, bemerkt das D. Banhandbuch, welche verschiedenen Zwecken gewidmet sind, zerfällt ein Stadtterrain in drei Gruppen mit folgenden procentigen Antheilen an der Gesammtfläche:

1. Gruppe: Strassen, Plätze, Parks, Wasserflächen 25—70%,
2. „ „ mit Gebäuden bedeckte Flächen . . 20—40%,
3. „ „ unbedeckter Theil der Grundstücke: Hofräume, Gartenräume u. s. w. . . 10—35%.

Hiernach wird sich also mit Leichtigkeit in jedem gegebenen Falle die Grösse der Stadterweiterung berechnen lassen. —

Folgende Tabelle giebt die Grösse der Flächen, welche in verschiedenen Theilen der Stadt Berlin der Gruppe 3 (Hausgärten etc.) zugehören, näher an:

Tabelle XIII.

Stadt-Gegend.	Es entfallen qm Garten etc. Fläche: pro 1 bebautes Grundstück			pro 1 Haushaltung			pro 1 Kopf der Bewohnerschaft		
	Min.	Max.	Dschn.	Min.	Max.	Dschn.	Min.	Max.	Dschn.
Ganze Stadt (excl. Thiergarten-Terrain)	12,5	1476	400,7	2,7	346	31,2	0,6	65	6,9
Innerer Stadtkern .	12,5	57	36,8	2,7	11	5,2	0,6	21	1,1
Den Stadtkern umschliessende Theile	144	824	316	11,3	346	25,7	2,6	65	5,7
Uebrige Theile . .	111	1476	575	9,8	138	39,1	2,6	28	8,8

Die Gesammtgrösse an Stadtterrain, welche in Berlin pro 1 Kopf der Bevölkerung in den einzelnen Stadttheilen entfällt, wechselt zwischen 16 und 400 qm und beträgt im ganzen Durchschnitt 80 qm.

Digitized by Google

Nach der Grösse des Verkehres bestimmt sich die Strassenbreite, nach der Bevölkerungsdichte, der Art der Bebauung und der Lage die Grösse der Bebauungsplätze d. h. der Blöcke, welche zwischen den Strassen liegen. Bei parallelen Strassen wird im Allgemeinen die doppelte Breite der Grundstücke die Blocktiefe ausmachen. Diese Grundstücke haben bei geschlossener Häuserreihe gewöhnlich 20—40 m Tiefe und 10—15 m Breite, so dass also die Blocktiefe bei parallelen Strassen und geschlossener Häuserreihe im Minimum etwa 40—80 m betragen wird.

Bei freistehenden Wohnhäusern, bei Villen, Doppelhäusern u. s. w. wird als kleinstes Grundstück ein solches von 20 m Breite und 30 m Tiefe angenommen, bei industriellen und landwirthschaftlichen Ansiedelungen kann man eine Breite von 50 m und eine Tiefe von 100 m im Mittel festsetzen.

Hiernach werden also die Blocktiefen von 40—300 m schwanken, so dass man im Durchschnitt etwa 150—180 m Blocktiefe wählen kann.

Bei der Wahl der Blocktiefen ist nicht ausser Acht zu lassen, dass sehr tiefe Blöcke nachtheilig für den Verkehr, für Feuerlöschwesen, für Reinigung u. s. w. sind, dass dieselben keine dichte Bebauung gestatten und endlich auch eine nur geringe Frontlänge gewähren. Wo es also angeht, soll man die Tiefe der einzelnen Blöcke möglichst gering halten. —

Was nun die Blocklänge anlangt, so soll dieselbe nach dem D. Bauhandbuch S. 185 folgenden Bedingungen genügen. Es wirken auf die Länge der Blöcke ein:

1) die Verkehrsrücksichten, indem dieselben ein möglichst grades Alignement und Freiheit von Störungen an Ecken und Kreuzungen fordern.

2) die Höhengestaltung des Terrains. Es ist eine schwache Neigung der Strassen günstiger als eine horizontale Lage und starke Neigungen, und die Strassen mit Gefällwechsel haben ein schlechteres Aussehen als solche ohne Wechsel des Gefälles.

3) die ästhetischen Rücksichten, welche Unterbrechungen langer, grader Strassenzüge erwünscht machen.

4) die Richtung der Strassen gegen den Ortsmeridian. Zu diesem Punkt ist aus gesundheitlichen Rück-

Digitized by Google

sichten ein Strassennetz am erwünschtesten, in welchem Südost-Nordwest-Strassen von Nordost-Südwest-Strassen gekreuzt werden.

Die gebräuchlichsten Systeme, nach welchen ein Strassennetz angelegt wird, sind hauptsächlich die drei folgenden, welche wir kurz besprechen wollen, indem wir auf das treffliche Werk von Baumeister „Stadterweiterungen" (Berlin, 1876) verweisen, das mit grosser Ausführlichkeit und Klarheit diesen interessanten Gegenstand behandelt.

Das erste und älteste System, welches bei Stadterweiterungen zur Ausführung kommt, ist das **Rechteck-** oder **Parallelsystem,** bei welchem eine Reihe paralleler oder nahezu paralleler Strassen durch eine zweite Reihe unter rechten oder nahezu rechten Winkeln gekreuzt werden. —

Sind die Strassen genau parallel angelegt, so entstehen Häuserblöcke von quadratischer oder rechteckiger Gestalt von gleicher oder ungleicher Grösse. Die Rechtecke sind den Quadraten vorzuziehen, weil die Einschränkung der Grundstücke durch Eckhäuser seltener vorkommt. Sind die Strassen nicht genau parallel, so entstehen etwas verschobene Rechtecke.

Die Nachtheile dieses namentlich in Amerika fast durchweg verwendeten Systems, das übrigens auch in einzelnen Theilen Berlins, Cassels, Hanau's, in Mannheim und in Ludwigsburg zur Ausführung gekommen ist, sind etwa folgende:

1) die Wege werden zu lang werden. Zwischen zwei Punkten, welche nicht an derselben Strasse liegen, wird stets ein Weg zurückgelegt werden müssen, dessen Länge gleich den beiden Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks statt dessen Hypotenuse ist.

2) die Stadt wird ein sehr monotones Aussehen haben; nur durch viele öffentliche Gebäude wird sich die Hauptstrasse markiren, weil sich keine natürlichen Hauptstrassen bei diesem System ausbilden können.

3) auf unebenem — geneigtem Terrain werden die Strassen entweder ganz horizontale Lage oder starke Neigung besitzen; mässig ansteigende Strassen in schräger Richtung fehlen.

Der einzige Vortheil dieses Systems liegt in der bequemen Bebauung der Blöcke.

Aus diesen Gründen wird man im Allgemeinen dieses System nicht empfehlen können, sondern als veraltet bezeichnen müssen. Nur bei Stadterweiterungen von geringem Umfange,

Digitized by Google

wo nur wenige Strassen mit entsprechenden Querstrassen angeschlossen werden sollen, dürfte das Rechteck- oder Parallel-System angemessen zur Ausführung kommen. —

Das **Dreiecksystem.** Die Verkehrs-Hauptknotenpunkte (wie Bahnhöfe und andre öffentliche Gebäude, Brücken, freie Plätze u. s. w.) werden unter einander mit graden Linien verbunden, wodurch ein Netz von Hauptstrassen entsteht, dessen Figuren grosse Dreiecke oder auch Vierecke bilden. Falls die Untertheilung von einem grossen Dreieck in ein benachbartes übergeht, so entsteht das erstgenannte System mit durchgelegten Diagonalen. Diese Diagonalen oder auch einzelne Linien des Rechtecknetzes bilden dann die Hauptstrassen.

Das Dreiecksystem hat die grossen Vortheile, dass es:

1) den Forderungen des Verkehres bestens entspricht und für denselben Bequemlichkeiten schafft, und

2) der Stadt ein weniger monotones Aussehen giebt;

den Nachtheil, dass die Bebauung einigen Schwierigkeiten unterworfen ist, indem die, durch die Dreiecke theilweise entstehenden, spitzen und schiefen Winkel nach Baumeister „entweder beibehalten oder architektonisch verwerthet, oder durch Krümmung der Nebenstrasse in rechte Winkel verwandelt, oder endlich durch starke Abkantung auf dreieckige offene Plätze reducirt werden müssen."

Eine Ausführung des Dreiecksystems wird sich bei Anlage ganz neuer Städte besser empfehlen lassen, als bei Stadterweiterungen, weil bei diesen die Festlegung der Hauptfiguren durch den Anschluss an Bestehendes meist beeinträchtigt sein wird. —

Das dritte und letzte System, das namentlich in neuerer Zeit sehr in Ansehen gekommen ist, ist das **Radialsystem,** bei welchem die strahlenförmig auseinander gehenden Strassen durch ringförmige Querstrassenzüge mit einander verbunden werden. Die radialen Strassenzüge werden dann zu Hauptstrassen der Stadterweiterung bestimmt, während die Ringstrassen die Nebenstrassen bilden. Diese letzteren müssen in möglichst grosser Anzahl vorhanden sein, und es ist der Satz: Je mehr Ringstrassen desto besser — wohl zu beachten.

Das Radialsystem hat folgende, grosse Vorzüge:

1) durch die radialen und ringförmigen Strassen wird in ausserordentlicher Weise für bequemen Verkehr gesorgt.

2) die einzelnen Polygone sind sehr leicht zu bebauen.

Digitized by Google

3) der Anschluss an locale Verhältnisse ist ein sehr einfacher.

4) vorhandene Wege, Befestigungslinien u. dergl. sind stets leicht zu benutzen.

5) die Expansionsfähigkeit ist eine grosse.

Ein Nachtheil des Radialsystems ist die etwas schwierige Durchführung desselben, indem sehr oft natürliche Hindernisse (und auch bauliche) eine beliebige Wahl der Verbindungslinien nicht gestatten. Für Stadterweiterungen wird sich indessen dieses System fast stets empfehlen lassen. —

Im Allgemeinen wird das Radialsystem den Vorzug vor dem Dreiecksystem verdienen, und das Dreiecksystem dem Rechteck- oder Parallelsystem vorzuziehen sein. Das Radialsystem, welches zwar in fast allen grösseren Städten des In- und Auslandes (mit Ausnahme von Amerika) jetzt durchzuführen gesucht wird und z. B. in Karlsruhe mit Erfolg zur Ausführung gekommen ist, wird von dem Dreiecksysteme bei Anlage ganz neuer Städte in grossem Maassstabe jedoch in den meisten Fällen verdrängt werden.

§ 10. Das Abstecken der Strasse.

Das genaue Abstecken, Abpfählen und Stationiren der Strassenlinie erfolgt mit kleinen Pfählen, welche etwa 0,75 m bis 1,25 m lang und 0,07 m bis 0,1 m im Quadrat sind und in Abständen von gewöhnlich 50 m (und mehr) stehen. Diese Pfähle ragen aus dem Erdboden etwas heraus und haben nicht selten alle in möglichst gleicher Höhe einen kleinen Ansatz, auf welchen die Nivellirlatte oder die Signalscheibe gestellt werden können. Noch besser aber ist es, wenn dicht neben diesem kleinen Pfahl noch ein zweiter eingeschlagen wird, der speciell zum Fusspunkt der Nivellirgeräthe dient.

Die Pfähle sind bei längeren Strassenlinien fast stets vom Ausgangspunkte — am besten ist hierzu der Kreuzungspunkt mit andren Strassen zu wählen — numerirt und tragen am zweckmässigsten rothe oder schwarze Zahlen auf weissem Grunde; unzweckmässig ist das einfachere Einbrennen der Ziffern in das Pfahlholz. Der Pfahl mit der Ziffer muss deutlich gesehen werden können und deshalb etwa 40 bis 50 cm über das

Digitized by Google

Terrain herausragen, wenn es irgend geht und bei bebautem Terrain dadurch keine Verkehrshindernisse bereitet werden.

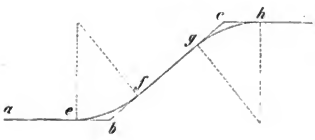
Da die Strassen, wenn irgend möglich, ohne Krümmungen angelegt zu werden pflegen, so werden also auch keine Knickpunkte in dem Strassenzuge entstehen. Wo aber Knickpunkte nicht zu vermeiden sind, soll man dieselben durch weithin sichtbare Signalscheiben markiren, welche bis zu einer Höhe von etwa 5 m herausragen und oben gewöhnlich mit einem zweifarbigen Fähnchen geschmückt sind.

In langen graden Linien werden auch wol Zwischenpfähle eingeschlagen, und an den Knickpunkten, die nicht zugänglich sind, Aushilfssignale eingerichtet.

Ist nun so die Stationirung vollendet, so wird der Strassenzug genau mehrere Male mit der Messkette ausgemessen, und zwar findet zunächst eine genaue Längenmessung statt und sodann eine genaue Messung der Winkel an den Knickpunkten, gewöhnlich vermittelst eines Winkelspiegels. Diese Messung der Winkel erfolgt aber besser mit dem Theodolithen und zwar entweder auf directem oder indirectem Wege.

Die Knickpunkte müssen mit Curven (Fig. 15) ausgeglichen werden, so dass statt der graden Strassenlinie *abcd* die fertige Strasse die krumme Strassenlinie *aefgh* erhält. Nachdem für diese Curven der Krümmungshalbmesser nach der im § 6 angegebenen Formel berechnet worden ist, wird zur Aussteckung dieser Curven geschritten.

Fig. 15.



Das Ausstecken der Vereinigungscurven des graden Strassenzuges kann auf sehr verschiedenen Wegen erfolgen, und zwar sind die gebräuchlichsten:

1) Ausstecken von der Tangente aus;
2) Ausstecken von der Sehne aus;
3) Ausstecken durch Winkelinstrumente;
4) Ausstecken durch Verlängerung der Sehne;
5) Ausstecken durch Verlängerung der Tangente u. s. w.

Digitized by Google

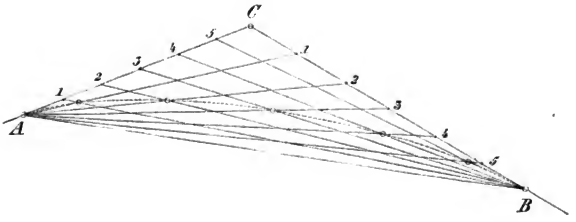
Als Curven wählt man:

1) den Kreisbogen;
2) den Parabelbogen;
3) den Korbbogen.

Bei Strassen (zumal städtischen Strassen) hat sich am meisten der Parabelbogen als zweckmässig erwiessen, und wollen wir deshalb hier nur das Aussteckeu von Parabelbögen und zwar drei Verfahren näher beschreiben, welche sich als am praktischsten herausgestellt haben und fast stets angewendet werden.

Erstes Verfahren (Fig. 16): Man steckt von der Parabel die beiden Tangentenendpunkte A und B ab und

Fig. 16.



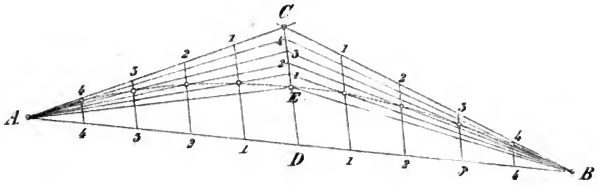
theilt beide Tangenten AC und BC in eine beliebige Anzahl Theile z. B. AC und CB in 6 gleiche Theile. Nun verbindet man die Punkte auf BC mit A und die Punkte auf AC mit B. Die Punkte nun, in welchen sich stets zwei gleichnumerirte Punkte (also z. B. Punkt 1 auf AC und Punkt 1 auf BC.... Punkt 5 auf AC und Punkt 5 auf BC) schneiden, sind die Punkte der gesuchten Parabel.

Zweites Verfahren (Fig. 17): Man nimmt $AC = BC$, also gleich lange Tangenten (oder AC [wie in Figur] $< BC$ u. s. w.), und steckt die Sehne AB aus, halbirt diese Sehne in D und zieht CD. Hierauf halbirt man CD in E, so ist dieser Punkt der Scheitelpunkt der gesuchten Parabel. Nun theilt man AD und BD, ferner CE in gleiche Theile, z. B. jede in fünf gleiche Theile. Indem man nun zu CD in den Punkten auf AD und

Digitized by Google

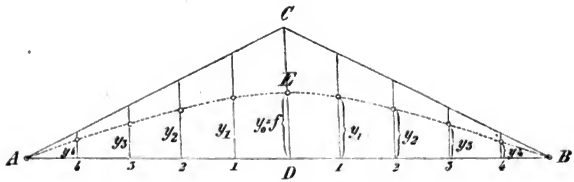
BD Parallelen zieht und ferner A und B mit E und den Ziffern auf CE verbindet, erhält man wiederum wie vorher Punkte der Parabel.

Fig. 17.



Drittes Verfahren (Fig. 18): Nachdem man — wie im Vorigen — die Absteckung der Tangenten AC und BC und

Fig. 18.



der Sehne AB besorgt hat, halbirt man AB in D und zieht CD. Diese Verbindungslinie wird ebenfalls halbirt in E; so ist also E auch hier der Scheitelpunkt der Parabel. DE nennen wir f. Theilen wir nun AD und BD in eine Anzahl gleicher Theile, z. B. in 5 gleiche Theile, allgemein in n Theile, so erhält man die abzusteckenden Ordinaten nach der Gleichung:

$$y = \left(1 - \frac{m^2}{n^2}\right) f;$$ in unsrem Beispiele also $y_4 = \left(1 - \frac{16}{25}\right) f,$

weil $n = 5$ und $m = n - 1 = 4$ ist.

Für $n = 5$ erhalten wir dann die Ordinaten:

$y = 0{,}96\,f.$ (denn $m = 1$ und $n = 5$). $y_2 = 0{,}84\,.\,f.$ $y_0 = (1 - 0) f = f.$

$y_3 = 0{,}64\,.\,f.$ $y_4 = 0{,}36\,f.$

Digitized by Google

Dieses einfache Verfahren möchte sich sehr empfehlen lassen, weil es namentlich für Strassencurvenaussteckungen mannigfache Vortheile gewährt.

§ 11. Das Nivellement, die anzufertigenden Zeichnungen und kurze Beschreibung der praktischen Ausführung des Projectes.

Nachdem nun auf diese Weise die Aussteckung der Strasse erfolgt und dieselbe in der vorher genau festgestellten Breite angelegt ist, wird die ganze Linie genau nivellirt, um das Längenprofil herstellen zu können.

Dieses Längenprofil wird sich bei Anlage einer neuen Strasse in einer Stadt sehr einfach ermitteln lassen. Da die Städte fast stets auf ebenem Terrain gegründet sind, so werden also niemals hohe Dammschüttungen oder erhebliche Einschnitte von Nöthen sein, sondern es wird sich die Mittellinie der Strasse gewöhnlich ganz den Terrainhöhen anschliessen und die Vertheilung der Massen eine verhältnissmässig geringe sein. Aus diesem Grunde wollen wir hier nur einen kurzen Ueberblick über den Gang der Arbeiten bei Herstellung des Längenprofiles einer städtischen Strasse geben; es wird derselbe für unsre Zwecke vollständig genügen.

Die Aufnahme des Terrains erfolgt, wie wir bereits im vorigen § 10 bemerkten, mit der Messkette, dem Winkelspiegel und einem nicht zu empfindlichen Nivellir-Instrumente, und kostet incl. Messgehilfen und Kartieren 3—7 Pf.; im letzteren Falle müssen die Terrainverhältnisse schon recht schwierige sein.

Durch das Nivellement werden alle Knickpunkte des Terrains in ihrer Höhenlage genau ermittelt und gewöhnlich auf Amsterdamer 0 bezogen. Die Höhen werden in Millimetern abgemessen, was oft nur durch Schätzung erfolgen kann, und in der bekannten Weise in das Längenprofil nur bis auf Centimeter genau eingetragen. Nach der Vorschrift sind die Längen in einem Maassstabe von 1 : 2500, die Höhen in einem Maassstabe von 1 : 250 bei grösseren Projecten aufzutragen. In Berlin ist es Vorschrift, die Längen in einem Maassstabe von 1 : 500 aufzutragen und die Höhen 1 : 20 (ausnahmsweise 1 : 10) bei ebenem Terrain, während bei unebenem Terrain auch hier der

Digitized by Google

alte Satz: Höhe = 10mal der Länge angewendet wird, und die Höhen also in einem Maassstabe von 1 : 50 aufgetragen werden.

Ist eine Strasse auf unbebautem Terrain auszuführen, so hat man bei einigermassen günstigen Terrainverhältnissen mit der Aufstellung des Projectes keine erheblichen Schwierigkeiten.

Das Nivellement hat sich dann auf alles das auszudehnen, was sich auf den thatsächlichen Zustand bezieht wie z. B. auf Strassenmitten, Sohlentiefe der quer die neue Strasse schneidenden Gewässer oder der längs der Strasse hinlaufenden Wasserläufe u. s. w.

Bei bebauten Strassen hat man ferner sämmtliche Strassenbrunnen, die vorhandenen Wassereinfallschächte, Hydranten, Laternen u. s. w. mit aufzunehmen, sowie auch die Schwellenhöhe der bereits anliegenden Häuser nicht vergessen werden darf, und auch die Einfahrtsschwellen und Thore einnivellirt werden müssen, um eine bauliche Veränderung zu vermeiden, die stets mit namhaften Entschädigungen der Hausbesitzer verknüpft ist.

Diese Aufnahme wird in schwarzer Tusche ausgeführt, weil sie sich auf den thatsächlichen Zustand bezieht, und zwar müssen Zeichnungen der verschiedenen Stationen im Grundriss, Längenschnitt und Querschnitt angefertigt werden.

In das Längenprofil werden sodann alle Bodenermittelungen eingetragen, ferner die wirthschaftliche Benutzung der Erdoberfläche, die Grenze der einzelnen Feldmarken u. s. w. u. s. w.

Das so gefundene Längenprofil ist nun aber stets noch auszugleichen, weil die Oberfläche des Terrains, selbst wenn dasselbe keine grossen Unregelmässigkeiten zeigt, nur selten sofort als Strassenplanie benutzt werden kann. Diese Ausgleichung ist, wie wir bereits erwähnt haben, bei städtischen Strassenanlagen eine sehr einfache, da sie nur auf folgende drei Punkte Rücksicht nehmen muss:

1) die Strasse darf keine grössere Steigung erhalten, als diejenige, welche vorher noch als zulässig angenommen worden ist.

2) die Erdarbeiten sollen möglichst billig sein d. h. es sollen nur geringe Massen auf geringe Entfernung transportirt werden.

Digitized by Google

3) es müssen sich die nothwendigen Auf- und Abträge möglichst ausgleichen.

Ist hiernach die Lage der günstigsten Strassenachse gefunden, so beginnt die Ermittelung der Auf- und Abtragmassen, die sich aus den Zeichnungen ergeben, nachdem das nun fertige Project in Zinnober eingetragen worden ist.

Hierauf werden dann zur praktischen Ausführung des Projectes Pflöcke in der projectirten Höhe eingeschlagen (gewöhnlich in 30 m Entfernung), welche das Profil ergeben.

Nach Fertigstellung der Strasse erfolgt wiederum ein Nivellement (die sog. Revisionsaufnahme), welche in Grün gewöhnlich eingetragen wird und den Rechnungen und Abrechnungen später zu Grunde liegt.

Mit der Aufstellung des Pflasterprojectes geht natürlich Hand in Hand die Entwässerung. Sind die Niveauverhältnisse günstig, so ist meist natürliche Vorfluth vorhanden oder doch wenigstens leicht herbeizuführen. Oft ist es jedoch sehr schwierig, eine natürliche Vorfluth zu beschaffen, und muss man sie dann durch zweckmässige Anordnung der Strassengefäll-Verhältnisse zu erreichen suchen. (Siehe §§ 18 u. flgd.)

§ 12. Die Massenermittelung.

Nach der Bestimmung des Längenprofiles sind die Querprofile zu ermitteln und aufzutragen. Diese Querprofile bilden gewöhnlich Trapeze.

Bezeichnet man mit b die constante Kronenbreite und nimmt man die Sohlenbreite auch als constant an und setzt man das Böschungsverhältniss von $\frac{1}{n}$ voraus, so lässt sich der Körper von der Länge l in drei Theile zerlegen (Fig. 19), den mittleren, welcher einen abgekürzten Keil zwischen den Ordinaten hh und $h_0 h_0$ bildet, und zwei gleiche Seitenkörper, von welchen jeder eine abgekürzte dreiseitige Pyramide darstellt.

Der Inhalt des mittleren Körpers berechnet sich nach folgender Formel

$$(1) \qquad \frac{1}{2} b . h . l + \frac{1}{2} b . h_0 . l = \frac{b l}{2} (h + h_0).$$

Digitized by Google

Der Inhalt der beiden Seitenkörper (abgestumpfte Pyramiden) lässt sich berechnen aus der bekannten Formel:

$$(2) \qquad \frac{n \cdot l}{3 \cdot (h - h_0)} \cdot (h^3 - h_0{}^3).$$

Will man allgemein diese Formel für jede beliebige Länge, Breite und Böschung verwenden, so hat man die Werthe einzusetzen:

$$b = 1\,m \quad l = 1\,m \quad \frac{1}{n} = 1.$$

Man erhält dann für Formel (1):

(1 a) Für den Keil:

$$\frac{1}{2}(h + h_0).$$

(2 a) Für die beiden abgekürzten Pyramiden:

$$\frac{h^3 - h_0{}^3}{3(h - h_0)}.$$

Nach diesen Formeln (1 a) und (2 a) wird nun der Werth für alle Combinationen zwischen h und h_0 bis zu einer gewissen Grenze berechnet und in einer Tabelle zusammengestellt. Wenn man darauf die Verhältnisszahl für den mittleren Keilkörper mit der Breite in Metern, für die beiden Pyramiden mit dem Nenner n des Böschungsverhältnisses $\frac{1}{n}$ und die Summe beider Factoren mit der Länge l des Körpers in Metern ausgedrückt, multiplicirt, so erhält man das Gewünschte.

Diese Berechnungsweise der Erdmassen ist einfach. Sie ist aber nur dann richtig, wenn die Terrainoberfläche genau oder doch fast genau parallel zu der Kronenbreite b ist.

Trifft dieses nicht zu, so muss ein anderes Verfahren eingeschlagen werden.

Praktisch verfährt man dann in folgender Weise. Man nimmt das arithmetische Mittel zweier aufeinanderfolgender Querprofile und multiplicirt dasselbe mit dem Abstande l. Man hat also nach Fig. 19 die allgemeine Formel:

$$J = \frac{F + F_0}{2} \cdot l.; \text{ denn } J = \frac{1}{6}(F_0 + 4F_1 + F).$$

Nun ist

$$F = b\,h + m\,h^2$$

und

$$F_0 = b\,h + m\,h_0{}^2.$$

Digitized by Google

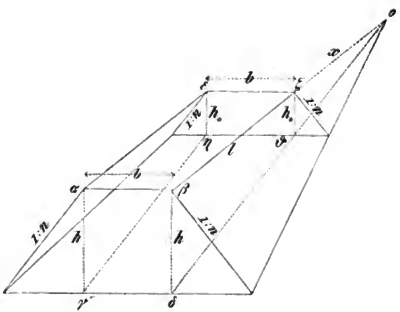
Also ist das mittlere Profil

$$F_1 = \frac{F + F_0}{2} = \left(\frac{b\,h + m\,h^2 + b\,h_0 + m\,h_0^2}{2}\right),$$

oder:

$$F_1 = \frac{b}{2}(h + h_0) + \frac{m}{2}(h^2 + h_0^2).$$

Fig. 19.



Und hiernach ist:

$$J = F_1 \,.\, l. = \left[\frac{b}{2}(h + h_0) + \frac{m}{2}(h^2 + h_0^2)\right] l$$

aufgelöst:

$$J = \frac{l}{2}(b\,h + b\,h_0 + m\,h^2 + m\,h_0^2),$$

oder:

$$\boldsymbol{J = \frac{l}{6}(3\,b\,h + 3\,b\,h_0 + 3\,m\,h^2 + 3\,m\,h_0^2).}$$

Bei dieser, ebenfalls sehr einfachen Rechnungsweise wird aber ein kleiner Fehler gemacht, der je grösser ist, je kleiner der Abstand l, je flacher die Böschung und je grösser die Differenz der Profilhöhen ist. Diese Rechnung ist aber in Anbetracht der vielen Unregelmässigkeiten der Erdoberfläche genau genug für die Praxis und wird auch von den Praktikern gewöhnlich der ersteren Methode vorgezogen.

Schliesslich wollen wir noch bemerken, dass für den Abtrag

Digitized by Google

berücksichtigt werden muss, die Fläche auch für die beiden Bordkanten mit auszuheben. In vielen Stadtbauverwaltungen ist es Sitte (z. B. war es in Berlin noch vor 2 Jahren Regel), den Abtrag nur für den Fahrdamm und für die beiden Trottoirs zu berechnen, doch kann dies nicht zweckmässig geheissen werden.

Die verschiedenen Transportmethoden und die Transportkostenberechnungen für diese Erdmassen findet der geschätzte Leser in den ersten Paragraphen des dritten Abschnittes dieses Werkes „Geräthe und Maschinen zum Strassenbau."

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Elemente des Erdbaues. — Entwässerungsanlagen. Canalisation der Städte.

§ 13. Eintheilung, Gewinnung und Lösungskosten der verschiedenen Bodenarten.

Alle Bodenarten theilt man allgemein ein in:

1) lockere Bodenarten. Hierzu gehören namentlich: die Gartenerde, fein gemischter Sand, Moor, Torf und auch leichter Lehmboden.
2) fette oder dichte Bodenarten (Stichboden). Hierunter versteht man gewöhnlich den Lehm, Darg (d. i. Lehm mit vegetabilischen Stoffen gemischt), Klaiboden.
3) feste Bodenarten. Zu diesen Bodenarten werden alle Thonarten, Kies mit thonigen Bindemitteln, Keuper, Liasmergel, Letten u. s. w. gezählt.
4) loses Gestein. Zu diesem rechnet man verwittertes Tagegestein, Thonschiefer, fein zerklüftete Lagen von Sandstein, Kreidekalkstein, abgeschobenes Gerölle, ja sogar auch grobe Geschiebe.
5) festes Gestein. Alle leichteren Felsarten. Und endlich:
6) festen Felsboden.

In den ersten Paragraphen des dritten Abschnittes dieses Werkes ist über die Gewinnung und Lösung des Bodens und über die hierzu nöthigen Werkzeuge das Nöthige gesagt, so dass wir uns hier nur ganz kurz fassen und auf die betreffenden Paragraphen verweisen wollen, wo der geschätzte Leser auch Aus-

Digitized by Google

führliches über die verschiedenen Transportmethoden und Transportkosten findet.

Die lockeren Bodenarten*) werden mit der Schaufel oder Schute gelöst, die fetten Bodenarten oder der Stichboden mit dem Spaten abgestochen. Die Lösung der festen Bodenarten geschieht durch Breit- oder Spitz- oder Kreuzhacken; des losen Gesteins mit der Spitz- oder Kreuzhacke oder mit der Brechstange; des festen Gesteins mit der Brechstange oder mit Keilen und endlich des festen Felsbodens mit Sprengmitteln (Schwarzpulver, Dynamit u. s. w.). Diese Sprengmittel wendet man aber auch unter Umständen bei den ad 3), ad 4) und ad 5) genannten Bodenarten an.

Nach Henz waren zur Lösung von 10 cbm:

Tabelle XIV.

a) Dammerde und reiner Sand einschliesslich eines Schaufelwurfes oder der Einladung in Karren erforderlich . . .	0.56	bis	0,75	Tagew.
b) Lehm und Thon, fester Sand oder mit Kies gemischte Erde und Steingerölle	1,1	„	1.8	„
c) fester Thon, Mergel, Keuper und Lias	2.0	„	2,25	„
d) Thon mit Steinen gemengt, fester grober Kies, weiches Tagegestein mit der Spitzhacke zu lösen	2.25	„	2,80	„
e) festes Gestein, welches noch mit Brechstangen gelöst werden kann	2.90	„	3,40	„
f) Muschelkalk, fester Thonschiefer und Gestein, welches nur mit der Spitzhacke zu lösen ist	4.50	„	6,75	„
g) Felsenmassen, welche nur mit Pulver gesprengt werden können	6,75	„	11,25	„

Für das Aufladen des nicht stechbaren Bodens kommt noch ein Zusatz in Anrechnung, welcher:

*) Wir wollen von Anfang an bemerken, dass wir in diesem zweiten Abschnitte eins der anerkannt vorzüglichsten Werke über Erdbau und zwar das von Henz mehrfach benutzten. Namentlich sind die Maasse, Kostentabellen u. s. w. diesem Werke entlehnt worden, weil sie die zuverlässigsten sind.

Digitized by Google

für 10 cbm Stein. Thon oder Lehm in Schiebekarren zu 0,56 und
„ „ „ „ „ „ „ „ Kippkarren oder Wagen
zu 0,75 Tagewerke berechnet wird.

Hierbei ist angenommen, dass mit Ausnahme der Spaten und Schaufeln, welche die Arbeiter selbst mitzubringen haben, die Fördergeräthschaften und das Sprengpulver von der Bauverwaltung vorgehalten und geliefert werden.

Mit Wasser gemengter Boden ist theuerer zu lösen und zu verladen und rechnet man pro Cubikmeter für

a) leichtere Bodenarten etwa 15 bis 20 Pf.
b) festere „ „ 3.3 „ 5 „

Ein Tagewerk wird nun im Durchschnitt zu 2 M. bis 2,5 M. für 10 Stunden Arbeitszeit angenommen.

Hiernach lässt sich eine allgemeine Preistabelle aufstellen, wie folgt.

Preistabelle XV.

für das Lösen und Laden des Bodens beim Bau der . . .

Lfd. Nummer	Beschreibung der Erdarbeit.	Tagewerke zu 10 Stunden zum Laden des Bodens in Pfennigen	Lösen	Zusammen	Preis für 10 kbm b. einem Werthe d. Tagesleistung von 2,0	2,25	2,50 Reichsmark
1.	Dammerde und reiner Sand incl. Laden	7,5	—	7,5	1,50	1,69	1,88
2.	Lehm, fester Sand, mit Kies gemischte Erde und Gerölle	14,4	5,6	20,0	4,00	4,50	5,00
3.	Thon, Mergel, Keuper u. Lias	21,4	5,6	27,0	5,40	6,08	6,75
4.	Thon mit Steinen gemengt, fester, grober Kies und weiches Tagegestein . .	24,4	5,6	30,0	6,00	6,75	7,50
5.	Fester Stein, welcher noch mit der Brechstange zu lösen ist	32,5	7,5	40,0	8,00	9,00	10,0
6.	Muschelkalk, fester Thonschiefer u. Gestein, welches mit der Spitzhacke allein gelöst werden muss . . .	57,5	7,5	65,0	13,00	14,63	16,25
7.	Steinlagen und Felsenmassen, welche nur mit Pulver aus dem Lager gelöst werden können	90,0	7,5	97,5	19,50	21,94	24,38

Digitized by Google

Die von der Bauverwaltung zu liefernden Geräthe werden pro 10 cbm zu 0,5 bis 1,00 M. berechnet, so dass man allgemein den Lösungskosten noch einen Zuschlag von 7% giebt.

Bei den Sprengarbeiten kommen ausser den Geräthen noch die Kosten der Sprengmittel in Frage. Diese Mehrkosten nimmt man im Mittel zu etwa 2,40 M. pro 10 cbm an.

Die Kosten für die Transportgeräthe werden bei den verschiedenen Transportmethoden von uns im dritten Abschnitte angegeben werden.

§ 14. Untersuchung des Bodens.

Ueber die Beschaffenheit des Bodens muss man sich beim Projectiren der Linie oder doch wenigstens vor Beginn der Erdarbeiten einen möglichst genauen Aufschluss verschaffen durch Bohrungen, Schürfungen, Probeschächte, die in genügender Anzahl ausgeführt werden.

Zur Untersuchung des Bodens bedient man sich gewöhnlich des Erdbohrers und des Visitireisens, das etwa 3—5 m lang und 3 cm dick ist.

Der Erdbohrer (am besten wird der sog. Löffelbohrer von einem Durchmesser von mindestens 10 cm bei den Bohrungen gewählt) muss unten geschlossen werden können, damit der Boden unvermischt an das Tageslicht gefördert werden kann. Ist der Erdbohrer offen, so ist man niemals sicher, den wirklichen und reinen Boden, wie er sich in der Tiefe befindet, zu erhalten, weil sich die Bohrlöcher mit nachfüllendem Sande füllen. Man bohrt deshalb vortheilhaft in Röhren, die so tief in den Grund reichen, als das lose Material aufgelagert ist. Diese Röhren finden auch namentlich Verwendung, wenn die Bohrungen unter Wasser vorgenommen werden müssen.

Diese Erdbohrer können mit Vortheil nur bei leichteren Bodenarten benutzt werden.

Durch die Bohrungen, welche bis zu einer Tiefe von etwa 20 m und in Abständen von 5 m bis 30 m vorgenommen werden, erhält man ein Bild der Schichten.

Bei Gesteinsboden wird statt dieses Bohrers der Meisselbohrer vielfach verwendet.

Durch die Schürfungen und durch die Probeschächte, welche etwa 1,25 m und 1,50 m Querschnitt haben und bis auf

Digitized by Google

die projectirte Sohle des Werkes reichen, wird das Streichen und Einfallen der Schichten, die Wasserführung derselben ermittelt. Man hat auch zu untersuchen, ob auf der Linie und ihrer Umgebung Rutschungen zu befürchten sind, ob solche in derselben Gegend schon beobachtet worden sind und sich Spuren noch von den stattgefundenen Rutschungen finden lassen.

Für kleinere Tiefen und da, wo keine Abwechselung von harten und weichen Schichten vorkommt, genügt auch die Untersuchung des Bodens vermittelst der Sondireisen, welche in den Boden gestossen werden. Bei dem Hineinstossen hat man aufmerksam auf das entstehende Geräusch zu achten; Sand knirscht, Erde erzeugt einen dumpfen Ton, Torf einen hellen Ton u. s. w.

Schliesslich hat man die Tragfähigkeit des Bodens festzustellen. Dies geschieht gewöhnlich durch Probebelastungen. Man packt Steine auf und sieht zu, wann sich der Boden senkt. Andere schlagen einen sogenannten Bohrpfahl ein und messen die Tiefe, bei welcher sich derselbe nicht weiter in den Boden eintreiben lässt.

Allgemein kann man annehmen dass:

reiner Sand, falls derselbe abgelagert ist, 5 bis 10 kg Belastung pro Quadratcentimeter,

Sand mit thonigen oder lehmigen Bestandtheilen, sog. Erde, etwa 3 kg Belastung pro Quadratcentimeter,

felsiger Untergrund 7 bis 12 kg Belastung pro Quadratcentimeter ertragen kann.

Hat man Bodenarten, die keine grosse Tragfähigkeit besitzen, wie z. B. Torf- oder Moorboden, so muss man die Tragfähigkeit derselben durch Aufschütten von tragfähigem Boden — am besten Kies — erhöhen. Man kann annehmen, dass eine etwa 0,5 m hohe Kiesschicht auf solchen Bodenarten genügt zum Tragen einer Strasse. —

Die Untersuchung des Erdbodens, namentlich die Aufsuchung der Quellen und Berechnung der vorhandenen Wassermengen gehört oftmals zu den schwierigsten Aufgaben des Ingenieurs. Es kann nicht genug empfohlen werden, alle diese Bodenuntersuchungen mit der grössten Sorgfalt auszuführen; die kleinste Nachlässigkeit rächt sich oft bedeutend, der kleinste Fehler kann für die ganze Strasse von dem grössten Nachtheile sein.

Digitized by Google

§ 15. Aenderung des Strassenzuges und Bestimmung der Böschungsneigungen auf Grund der genauen Bodenuntersuchungen.

Wenn irgend thunlich, so hat man nach Henz:

1) Sümpfe und Moore, Torf und Triebsand;
2) stark abfallende Berglehnen mit vielen Wasserabsonderungen;
3) Einsattlungen in den Wasserscheiden und Mulden an den Gehängen;
4) Abschnitte von schräg abfallenden Thon- und Sandschichten, welche Wasser abführen;
5) Steinabhänge, auf welchen die Strasse theils im Einschnitte, theils im Auftrage liegen würde,

zu umgehen. Man hat aber ferner auch den Strassenzug zu ändern, wenn durch diese Verlegung ein kostspieliger Einschnitt oder Damm, eine grössere Brücke und theuer zu erwerbender Grundbesitz vermieden werden kann.

Von der genau angestellten Bodenuntersuchung hängt aber auch die Neigung der Böschungen ab, welche man allgemein durch Verhältnisszahlen der Höhe zur Breite der Basis auszudrücken pflegt.

Nach demselben Autor wählt man die Böschungen:

Tabelle XVI.

a) in Gartenerde, Torf und andrem gleichartigem Boden **1:2** (oder zweimalig),
b) in Lehm und Sand **1:1,5** (oder 1,5-malig),
c) in Thon, Kies und Gerölle **1:1,25** (oder 1,25-malig),
d) in weichem Tagesgestein und Mergel **1:1** (oder einmalig),
e) in festem Gestein im Auftrage (jedoch selten haltbar und nur ganz ausnahmsweise herzustellen) **1:0,75** (oder 0,75-malig),
f) in festem Gestein im Abtrage **1:0,5 ∼ 1:0,125** also 0,5- bis 0,125-malig.

Der Schutz der Böschungen gegen Strömung und Eisgang geschieht:

1) durch eine Rasendecke. (Durch Besamung oder Flach- oder Deckrasen oder durch Kopfrasen gebildet. Billigste Anordnung.)

Digitized by Google

2) durch Bepflanzung (meist nur bei Canälen durch Weiden oder Pappeln).
3) durch Steinpackung oder Pflasterung (wirksamstes, bestes aber auch theuerstes Mittel. Bruchsteine oder auch bearbeitete Steine, die mit hydraulischem Mörtel versetzt werden. Gegen Rutschungen werden die Steine durch eingerammte Pfähle gesichert).

Ausserdem erhalten fast stets die Böschungen sog. Bankette, welche man 2 — 2,5 m über Planum mit 0,5 — 0,6 m Breite anlegt. Diese Bankette werden in neuester Zeit als verwerfliche Anordnungen bezeichnet, weil sie dem schnellen Abfliessen des Meteorwassers (s. § 19.) hinderlich sind und auch die Erdarbeiten vertheuern, indem sie den Damm breiter als unbedingt nöthig machen. Zum besseren Abfliessen des Meteorwassers legt man die Bankette gern mit einer schwachen Neigung an.

Besteht der Boden aus verschiedenen Bodenarten, so sind die Böschungen am besten auch mit verschiedenen Neigungen je nach der betreffenden Bodenart zu versehen. Zwischen den verschiedenen Böschungsneigungen muss dann stets ein Bankett angeordnet werden.

Die Bankette werden auch — namentlich bei Einschnitten in festem Gesteine — zum Auffangen von kleinen Steinstücken und zur Abhaltung des Tagewassers bei nahezu verticaler Böschung mit kleinen Wasserrinen versehen.

§ 16. Die Einschnittbildung.

Obwol grössere Einschnitte bei dem Strassenbau in unsren Städten nur in den selteneren Fällen auszuführen sind, so wollen wir doch in Folgendem kurz die Einschnitte in allen Bodenarten der Vollständigkeit halber besprechen, damit der geschätzte Leser sich auch hierüber einigermassen orientiren kann (vergl. Anhang II). Man unterscheidet:

1) Einschnitte in Sumpf-, Torf- und Moorboden.

Diese kommen in unsren Städten am allerwenigsten oder vielleicht auch niemals vor.

Die Einschnittssohle, welche nur selten genügende Tragfähigkeit besitzt, wird mit schwererem Materiale (mit tragfähigem Boden) künstlich so lange belastet, bis in der Sohlenlage dadurch

Digitized by Google

Gleichgewicht hergestellt ist. Wenn es aber möglich ist, so soll man den Torfboden durchstechen, was die Ausführung eines Einschnittes oftmals sehr erleichtert und in den meisten Fällen rationeller ist. Die Einschnittswände legt man mit flachen Böschungen an; man nimmt gewöhnlich das Verhältniss 1:2 — 1:3.

Ausserdem hat man selbstverständlich für eine möglichst gute Entwässerung zu sorgen.

2) Einschnitte in Sand- oder Kiesboden.

Diese Einschnitte sind die häufigsten und diejenigen, welche dem Strassenbauingenieur die geringsten Schwierigkeiten machen. Die Entwässerung dieses in Wasser unauflöslichen Materiales ist stets eine sehr leichte. — Diese Einschnitte werden mit $1^1/_2$facher Böschung angelegt und die Böschungswände in der Regel mit gutem, fruchtbaren Boden bekleidet, um sie gegen starke Regengüsse und gegen den Wind besser zu schützen. Diese letztere Anordnungsweise wird unbedingt nöthig bei allen feineren Sandarten, z. B. bei dem Dünensande.

3) Einschnitte in Lehmboden.

Der reine Lehmboden ist zwar stets im geschlossenen Zustande wasserdicht und auch quellenfrei; da aber der Lehmboden nur in den selteneren Fällen vollständig rein, sondern meistens mit wasserführenden Sandadern durchzogen ist, so ist bei ihm mit der grössesten Sorgfalt für eine gründliche Entwässerung zu sorgen. Es gilt deshalb als Regel, vor Beginn der Erdarbeiten einen genügend grossen und gedichteten Entwässerungscanal anzulegen, der das Niederschlagswasser abfängt, um eine Durchnässung des Einschnittes zu vermeiden. Dieser Canal liegt oben und läuft parallel dem Längenprofil des Einschnittes. Hierauf wird eine Austrocknung der Einschnittswand zur Herstellung einer möglichst trockenen Futtermauer vorgenommen, indem man Sickerschlitze, die vertical bis zur Grabensohle hinab gehen und zumeist parallel der Einschnittswand liegen, anlegt. Sie sind 0,5 — 0,8 cm breit ausgehoben, mit Steinen ausgepackt und oben mit Rasenstücken abgedeckt. Diese Sickercanäle dienen zur Entwässerung der verticalen wasserführenden Schichten; sie müssen in genügender Anzahl angelegt werden und ein genügendes Gefälle haben. Zur Entwässerung von horizontalen Schichten nimmt man in neuerer Zeit Drainröhren,

Digitized by Google

die sich hierbei besser als die Sickerschlitze bewährt haben sollen. (S. Henz, Erdbau S. 121 u. § 18. d. Werkes.) In den meisten Fällen wird man ein wohlgeordnetes System von Drainröhren einrichten müssen.

Um einem Zufrieren der Sickercanäle vorzubeugen, hat man auch wol einen verdeckten Canal unter dem Graben oder unter dem Einschnitt angelegt, in den dann im letzteren Falle von beiden Seiten die Sickercanäle einmünden. Diese Anordnung ist zweckmässig und empfehlenswerth.

Ist auf diese Weise für eine vollständige Entwässerung des Lehmbodens und auch des umgebenden Terrains gesorgt, so werden die Böschungen flach (d. h. 1:2 — 1:2,5) angelegt und durch Futtermauern, die auch oft durch ein Sohlengewölbe mit einander verbunden sind, gesichert. Diese Mauerungen kosten natürlich viel Geld; man wird sie deshalb, wo es irgend geht, fortlassen und dafür Steinpackungen oder Faschinen zur Sicherung der Einschnittswände verwenden.

4) Einschnitte in Thon und Mergel.

Der Thonboden ist wasserundurchlässig; er kann deshalb mit Böschungen von 1:1¼ angelegt werden. Diese Böschungen werden mit gewöhnlicher Ackererde bedeckt, weil der Thon durch Regengüsse leicht schlüpfrig wird und weil der Mergel an der Luft leicht verwittert. Die Bekleidungsschicht wird 15 cm bis 25 cm stark gewählt und dadurch vor Abrutschungen bewahrt, dass man Rinnen oder Löcher in den Thon einschlägt, die ein kleines Gefälle haben, auf welchem das Wasser abfliessen kann.

5) Einschnitte in Gerölle und mit Steinen gemischten Bodenarten.

Da gewöhnlich Steinbrocken den Hauptbestandtheil dieser Bodenarten bilden, so halten sich in der Regel Böschungen mit einer einfachen Neigung vollkommen sicher.

6) Einschnitte in losem Felsboden.

Bei diesen Einschnitten ist zweckmässig nur die eine Einschnittswand senkrecht herzustellen, während die andre Wand die Neigung erhält, welche durch die Einfallswinkel der Steinschichten gegeben wird. Oder man ordnet auch treppenförmige Wände an, namentlich bei geringer Neigung der Schichten. Die

Digitized by Google

Absätze werden dann mit Rasen bedeckt, damit das Niederschlagswasser nicht in die Gesteinsfugen eindringt und das Gestein verwittert.

7) Einschnitte in festem Gestein.

Hier werden verticale oder nahezu verticale Einschnittswände ohne alle Absätze angelegt, wodurch das Regenwasser abgehalten wird, in die Gesteinsfugen einzudringen. Finden sich in dem Felsboden etwa Höhlen oder Klüfte, so werden dieselben gut ausgemauert. Diese Ausmauerungen werden auch da vorgenommen, wo sich in dem festen Felsen weichere und leicht zerdrückbare Partien etwa finden sollten. —

Sind Rutschungen der Einschnitte zu befürchten, so hat man flachere Böschungen anzulegen, für sorgfältige Entwässerung der Böschung und Ableitung des Regenwassers durch Sickerschlitze, Gräben oder Canäle, für Entlastung der Rutschfläche, ferner noch für eine Sicherung der Einschnittswand zu sorgen. Diese Sicherung erreicht man gewöhnlich durch Aufbau von Futtermauern, durch welche die Entwässerungsröhren gehen, von einzelnen Pfeilern — was beides aber auch oftmals noch nicht genügt, — und durch kräftige Steinpackungen. —

§ 17. Die Dammschüttung.

Eine Dammschüttung wird auch im städtischen Strassenbau nur selten erforderlich sein, weil in unsren Städten die Terrainhöhenunterschiede zumeist keine grossen sind und auch die erlaubte Steigung einer Strasse im Vergleich zu der einer Eisenbahn so gross ist, dass eine Ausgleichung der verschiedenen Höhen im Terrain durch einen aufzuwerfenden Damm kaum vorgenommen zu werden braucht. (Vergl. Anhang II.)

Auch hier wollen wir deswegen nur die Principien der Dammschüttungen (Aufträge) erörtern.

Das zu einer Dammschüttung zu verwendende Material soll sein:

1) möglichst wasserdurchlässig, ohne vom Wasser erweicht zu werden;
2) möglichst schwer und sich dicht lagernd.

Digitized by Google

Man verwendet deshalb am besten — wie bei der Strassenunterbettung — Kies, grobkörnigen Sand und Gerölle; ganz ungeeignet hierzu ist der Lehm, weil dieser vom Wasser leicht in einen breiartigen Zustand versetzt wird. Auch feinkörniger Sand muss möglichst bei der Dammschüttung vermieden werden. Bei Thon und Mergel hat man mit grosser Vorsicht zu verfahren, denn — wenn auch der Thon an sich in gewachsenem Zustande stabil ist, so schüttet er sich leicht sperrig und giebt zu langdauernden Sackungen Veranlassung, auch werden die einzelnen Klumpen durch das eindringende Wasser schlüpfrig und gleiten auf einander.

Den Thon- und den Felsboden, die sich beide leicht sperrig schütten, dichtet man, indem man in die Zwischenräume Kies oder grobkörnigen Sand oder Gerölle schüttet.

Bekanntlich lockern sich alle Bodenarten beim Lösen auf (mit Ausnahme des Moorbodens) und nehmen im Auftrage erst nach und nach grössere Dichtigkeit an; aber sie erreichen niemals die Dichtigkeit des bewachsenen Bodens. Das Setzen und Sacken ist je nach der betreffenden Bodenart und der Höhe des Auftrages verschieden; in der Regel sacken sich niedrigere Dämme mehr. Man nimmt gewöhnlich bei diesen niedrigen Dämmen, wie sie — wenn überhaupt — in unsren Städten vorkommen, das Sackmaass zu $\frac{1}{10}$ an, bei hohen Dämmen $\frac{1}{50}$. Es hängt auch ferner davon ab, ob der Damm schnell oder langsamer geschüttet worden ist, ob in kleinen oder grossen Lagen, ob stark bewässert oder gar nicht.

Die Dämme sind bei sehr nachgiebigem Boden möglichst niedrig aufzuführen; auch hat man für eine möglichst gleichmässige Comprimirung des Untergrundes zu sorgen.

Man unterscheidet folgende Anschüttungen:

1) Anschüttungen durch Wasser.

Diese können im städtischen Strassenbau sehr wol vorkommen.

Man hat bei dieser Dammschüttung zu unterscheiden, ob dieselbe in einem stehenden oder einem fliessenden Gewässer vorgenommen werden soll. In beiden Fällen hat man Material zu verwenden, welches sich unter Wasser nicht auflöst und ein genügend grosses specifisches

Digitized by Google

Gewicht besitzt, damit es von dem Wasser nicht leicht in Bewegung gesetzt werden kann.

Zum Schutze gegen das stehende Wasser wird die Böschung oberhalb des Wassers gewöhnlich nur mit Rasen bekleidet, während dieselbe bei fliessendem Wasser und bei stehendem Wasser unterhalb desselben durch Steinpackungen oder Faschinenwerke befestigt wird. Gegen Eisgang kann man die Böschung nur durch kräftige Steinpackungen schützen. Ferner hat man darauf zu achten, dass diese Böschungen bei stehendem Gewässer möglichst flach (1 : 3, 1 : 4, 1 : 6 — 1 : 8) dagegen die Böschungen der Dämme in fliessendem Wasser möglichst steil anzulegen sind, damit sie bei heftigem Winde dem Wellenschlag genügenden Widerstand entgegensetzen können.

2) Anschüttungen durch Sumpf, Moor und Torf.

Bei Moorboden bildet man wol den Dammboden ebenfalls aus Moorboden und lässt seitlich eine breite Berme stehen (5 bis 20 m breit). Diese Bermen werden breiter gewählt, je nachgiebiger der Moorboden ist. Durch die Bermen wird die tragfähige Fläche des Moorbodens vergrössert. Zweckmässig bepflanzt man die Bermen mit Weiden.

Gewöhnlich ist die Oberfläche des Moorbodens ziemlich fest und dicht benarbt, so dass sie eine grosse Tragfähigkeit zu besitzen scheint, während doch die darunter liegenden Moorschichten sich in einem mehr oder minder breiartigen Zustande befinden. Diese feste Oberfläche muss daher sehr geschont werden, namentlich darf man dieselbe niemals durchstechen.

Der Boden für die Dammschüttung, der am besten aus faserigem Moorboden bestehen soll, wird aus den Gräben seitwärts entnommen und so geschüttet, dass eine Dammböschung von 1 : 2 entsteht. An den Biegungsstellen befinden sich Wassersäcke.

Die Oberfläche des Dammes besteht dann gewöhnlich aus einer 0,4 ∼ 0,5 m dicken Kieslage, auf welcher die Steinbahn der Strasse gelegen ist.

Diese Dämme — schwimmende Dämme genannt — finden sich in Hannover, Holland, Oldenburg, Holstein und auch Ostpreussen.

Dieses Verfahren wendet man bei weniger sicherem Moorboden an; bei sichrerem Boden schüttet man von vorn herein den Dammkörper mit Sand an, so dass sich durch die Verdrängung des Moorbodens eine sichere Lage bildet. Bei leichtem und brei-

Digitized by Google

artigem Boden wird der Moorboden vollständig durch die Sandschüttung verdrängt. Man hat hierbei nicht ausser Acht zu lassen, dass die Mittelachse stets am stärksten belastet werden muss, damit sie auch am tiefsten in das Moor einsinken kann. Nach Henz ist die Schüttung in dünnen Lagen vorzunehmen und „besonders im Beginn der Schüttung eine gleichmässige Belastung der ganzen zu beschüttenden Fläche zu empfehlen, weil dadurch das Zerreissen derselben und damit die Erzeugung von Querrissen verhindert wird, durch welche ein Theil des Moorgrundes in die Schüttung dringen und sie auf immer verderben würde."

Schliesslich ist noch zu beachten, dass man bei Veranschlagung von Dämmen in Torf nach demselben Autor pro Meter Dammhöhe 0,5 m für Versenkung zuzurechnen hat. —

3) Anschüttungen auf Lehm und Thon.

Da Lehm genügende Tragfähigkeit besitzt, so hat man nur die ihn bedeckende Rasen- oder Gartenerdschicht abzutragen und dann die Dammschüttung vorzunehmen. Die so gewonnene Rasenschicht wird gut zur Bekleidung der Böschungen benutzt werden können.

Obwol der Thon grosse Tragfähigkeit hat und auch wasserundurchlässig ist, so muss man doch mit Vorsicht die Dammschüttung vornehmen, weil sich das Tagwasser, durch den Dammschüttboden fliessend, auf der Oberfläche ansammelt und Mulden bildet, die dem Damme sehr gefährlich werden können. Ist dieser Zustand zu befürchten, so hat man die Dammschüttung nach dem Verfahren sub 2) vorzunehmen.

4) Anschüttungen auf Sand, Kies, Gerölle und Felsboden.

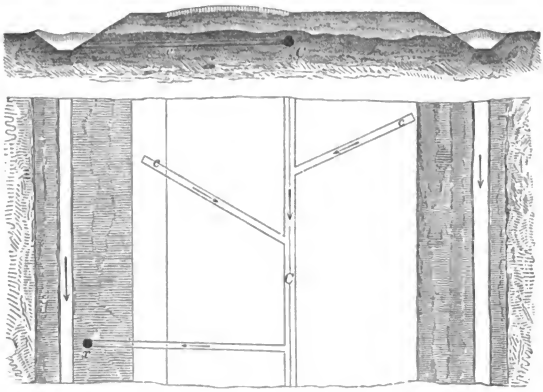
Alle diese Bodenarten sind nicht nur genügend tragfähig, sondern auch wasserdurchlässig, haben genügende Schwere und feste Lagerung. Auf ihnen kann deshalb die Dammschüttung ohne Weiteres erfolgen.

Eine Ausnahme macht nur der sogenannte Quellsand d. h. flüssiger Sand, welcher mit Thonschichten, Letten und Mergel oftmals vermischt ist. Bevor man hier die Dammschüttung beginnt, muss der quellige Boden durch Sickercanäle *cc* (Fig. 20), die entweder quer durch den Dammkörper das Quellwasser dem Seitengraben zuführen oder in einen grösseren Canal

Digitized by Google

einmünden, der in der Mitte des Dammes längs der Strassenbahn hinläuft, entwässert werden. (S. Entwässerungsanlagen.) Gewöhnlich aber sind solche Anlagen nicht von Nöthen, da man die

Fig. 20.



Quellsandschichten, die fast stets nur in dünnen Lagen vorhanden sind, abträgt, die darunter liegenden Quellen in bedeckten Canälen abführt und dann die Dammschüttung vornimmt. Ist beides nicht möglich, so hat man den Damm zu verlegen oder die Sohle mit Steinpackungen zu befestigen.

5) Anschüttungen auf geneigtem Terrain.

Bei festem Untergrunde bedarf es nur bei sehr stark geneigtem Terrain einer Vorsichtsmassregel gegen seitliches Abrutschen. Man legt dann eine terrassenförmige Abtreppung an, deren einzelne Absätze ein geringes Gefälle von $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{25}$ zur Abführung des Wassers haben und mindestens 3 m breit und 0,6 bis 1,0 m hoch sind.

Die Mittel gegen das Abrutschen des Dammes sind im Wesentlichen dieselben wie bei den Einschnitten, nämlich:

Digitized by Google

a) Stützung des zum Rutschen geneigten Dammes durch Futtermauern oder Steinpackungen;
b) Abfangung des Wassers, welche die Rutschfläche schlüpfrig macht;
   α) durch einen offenen Graben, welcher an der oberen Seite des Dammes liegt, und von Zeit zu Zeit quer durch den Damm gelegte Durchlässe,
   β) durch Sickercanäle, wenn die Rutschfläche sehr tief liegt,
   γ) durch Spundwände (seltener).
c) Austrocknung der Rutschfläche durch Anlegung einer genügenden Anzahl von Sickercanälen. —

Die Dammschüttung selbst ist auf folgende Weise zur Ausführung zu bringen.

Nachdem die zu beschüttende Fläche von allem Strauchwerk, Schlagholz, Bäumen gesäubert worden ist, um ein unregelmässiges Setzen der Dämme zu verhindern, und die durch Ausgrabung der Baumwurzeln entstandenen Löcher mit festem Materiale (Sand oder Kies) ausgefüllt und festgestampft worden sind, wird die Schüttung des Auftrages so vorgenommen, dass die Böschungen eine convexe Form erhalten, die sich allmälig der gradlinigen nähert und bei vollendeter Setzung des Dammes die beabsichtigte glatte Böschungswand hervorbringt.

Man unterscheidet gewöhnlich nur zwei Schüttungsmethoden: die Lagenschüttung und die Kopfschüttung.

Die Lagenschüttung wird namentlich da vorgenommen, wo die Aufträge aus Seitenentnahmen gebildet werden. Es wird der Damm aus einzelnen horizontalen Lagen von 20—30 cm Stärke gebildet, welche sorgfältig abgeglichen und festgestampft werden.

Die Kopfschüttung, bei welcher der Damm aus geneigt stehenden Schichten gebildet wird, wird vorgenommen, „wenn das Dammmaterial direct aus dem Einschnitte in den Damm geschafft werden muss und der Höhenunterschied zwischen den oberen Schichten des Einschnittes und den unteren des Dammes so beträchtlich ist, dass mit den Schub- oder Handkippkarren nicht gut aus dem Einschnitte nach dem Damme hin zu gelangen ist."

Sehr vorsichtig muss man mit der Dammschüttung bei Ueberschüttung von Bauwerken (Durchlässen, Unterführungen u. s. w.)

Digitized by Google

vorgehen. Man darf nicht die Schüttung nur von einer Seite gegen das Bauwerk erfolgen lassen, sondern muss zweckmässig von beiden Seiten horizontale Lagen anschütten, damit das Bauwerk nicht von dem Erddruck zerstört werden kann. Dieses Schütten geschieht gewöhnlich von hölzernen Sturzgerüsten aus.

Die Dammschüttung wird zweckmässig auf ein kleines Minimum beschränkt, namentlich hat man als Hauptregel festzuhalten, dass bei Strassen möglichst niedrige Dämme herzustellen sind. —

Diese kurzen Angaben über die Bildung der Ab- und Aufträge mögen für unsre Zwecke genügen. Wir haben diese Erdarbeiten — wie wir bereits wiederholt bemerkten — nur der Vollständigkeit halber hier besprochen und müssen es dem geschätzten Leser überlassen, in dem ausgezeichneten Werke von **Henz** „Praktische Anleitung zum Erdbau" Ausführlicheres über diese Erdarbeiten nachzulesen. —

§ 18. Entwässerungsanlagen.

Um Erdarbeiten dauernd zu erhalten und zu sichern, muss für gründliche Abführung des Wassers, das diese Arbeiten leicht zerstören könnte, fleissig gesorgt werden.

Bei der Besprechung der Einschnitte und Dämme haben wir bereits die grosse Bedeutung der Entwässerungsanlagen kennen gelernt und gesehen, dass oftmals erst nach sorgfältigster Entwässerung des Untergrundes und des angrenzenden Gebietes der Erdbau vorgenommen werden darf, erst dann der Einschnitt oder der Damm gesichert ist.

Diese hohe Bedeutung der Entwässerungsanlagen darf von dem Ingenieur nicht unterschätzt werden, indem auch bei Anlagen, wo weder Dämme noch Einschnitte vorkommen, also bei jedem Strassenkörper eine gute, ausreichende Abführung des Wassers die Sicherheit und die Dauer des Erdkörpers wesentlich erhöht. (Vergl. § 11. Schluss.) Aus diesem Grunde wollen wir im Folgenden die hauptsächlichsten Entwässerungsanlagen einer näheren Betrachtung unterziehen.

Bei den Vorarbeiten für die Entwässerungsanlagen hat man locale Untersuchungen vorzunehmen, die abzuführende Wassermenge und zwar bei den mittleren Hochwasser-

Digitized by Google

ständen, die gewöhnlich hierbei zu Grunde gelegt werden, sowie bei den allerhöchsten und allerniedrigsten Wasserständen zu ermitteln, den Grund und Boden genau zu untersuchen und Messungen, Kartierungen und Nivellements des zu entwässernden Terrains anzustellen.

Die Mittel der Entwässerungen sind im Wesentlichen folgende:

A. Senkung des Wasserspiegels, die man erzielt durch Beförderung der Vorfluth, d. h. durch Vergrösserung des nutzbaren Gefälles, welches für die Entwässerung disponibel ist. Sind die Niveauverhältnisse günstig, so ist zumeist natürliche Vorfluth vorhanden oder doch wenigstens durch zweckmässige Anordnung der Strassengefällverhältnisse leicht herbeizuführen. Kann man aber keine Vermehrung des nutzbaren Gefälles beschaffen, so muss das Wasser durch künstliche Entwässerungsanlagen unschädlich abgeführt werden.

Die vorzugsweise zur Ausführung kommenden Entwässerungsanlagen sind:

1) die Sickercanäle,
2) die Drainröhren,
3) die offenen Gräben,
4) die gemauerten Canäle und
5) die Durchlässe.

Schöpfmaschinen finden nur sehr selten Anwendung im Strassenbau.

B. Erhöhung des Terrains (Colmationen).

1) die Sickercanäle.

Die Sickercanäle (s. auch § 16; 3), sind — wie wir bereits bemerkten — enge, mit kleinen Steinen vollgepackte Gräben von ungefähr 15—20 cm Seite im quadratischen Querschnitte. Sie sind möglichst tief zu legen, und zwar je tiefer sie angelegt werden, desto grössere Wirkung haben sie. Damit sie nicht auffrieren oder sich im Winter mit Eis verstopfen, sind sie mindestens 0,75—1,25 m tief unter die Oberfläche zu legen.

Die Sickercanäle müssen nicht nur in genügender Menge vorhanden sein, sondern auch ein genügendes Gefälle nach dem Lösepunkte hin besitzen und einen hinreichend grossen Quer-

Digitized by Google

schnitt haben, damit das Grundwasser nach aussen leicht abfliessen kann.

Zum leichteren Ansammeln und Abfliessen des Wassers muss der Sickercanal mit einem solchen Material ausgefüllt werden, dass beim Hineinschütten möglichst viele Hohlräume gebildet werden. Ausser dem oben genannten Steinschlag verwendet man deshalb auch zum Ausfüllen der Sickercanäle grobkörnigen Sand und Kies. Oben wird der kleine Canal gewöhnlich mit Rasenstücken abgedeckt. Sehr zweckmässig ist es, den Sickercanal in festem, gewachsenem Boden anzulegen, damit ein Unterspülen des Bodens nicht eintreten kann. Wo eine solche Bodenart nicht vorhanden ist, muss sie künstlich hergestellt werden, indem man eine genügend starke Thonschicht darunter ausbreitet; auch hat man bei schlechten und unzuverlässigen Bodenschichten eine gute Ausfütterung des Sickercanales durch Bohlen vorzunehmen.

Die Sickercanäle (cc) werden entweder quer durch die Strasse nach dem Graben hingeleitet oder in einen längs der Strasse liegenden grösseren Sickercanal C, der, mit einem entsprechenden Gefälle versehen, das Wasser in den Seitengraben an geeigneter Stelle x abgiebt (Fig. 20). Statt dieser Sickercanäle kann man auch die kleineren durch Drainröhren bilden.

2) die Drainröhren

werden etwa 0,6 m ausserhalb des Planums der Steinbahn gelegt, damit sie bei etwaigen Reparaturen leicht aufgegraben werden können; selten legt man die Drainröhren unter die Steinbahn.

Das Gefälle der Drains soll mindestens $\frac{1}{1200}$ betragen; grosse Gefälle sind thunlichst zu vermeiden, weil leicht Verstopfungen eintreten; über das Maass von $\frac{1}{30}$ darf man deshalb nicht hinausgehen.

Die Weite der Drainröhren aus gebranntem Thone wird bis zu 10 cm angenommen. Bei Leitungen von etwa 500 m Länge dürfen Thonröhren von unter 4 cm Weite, bei Leitungen von etwa 750 m Länge solche von unter 5 cm Weite nicht verwendet werden.

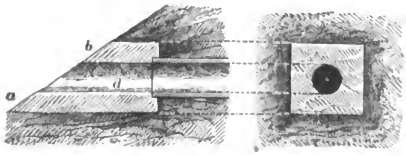
Diese Röhren sind meistens ohne Muffen und haben gewöhnlich eine Länge von nur 60 cm. Sie werden mit offenen

Digitized by Google

Fugen verlegt (also ohne Verstrich) und ohne besondere Unterlagen (Fig. 22).

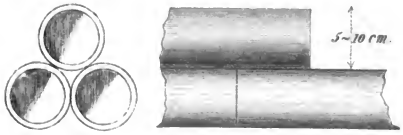
Statt einer Drainröhre legt man zwei oder auch drei Röhren

Fig. 22.



von kleinerem Durchmesser in Verband nebeneinander (Fig. 21). Um Verschiebungen zu vermeiden, werden dann flache Stein-

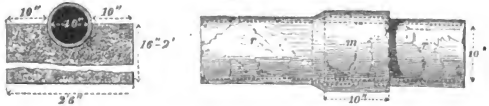
Fig. 2



stückchen darruntergelegt; auch mauert man sie etwas an den Enden ein.

Die Weite der Thonröhren, welche im Inneren und auch aussen mit einer Glasur überzogen sind, wird bis zu einem halben Meter genommen. Sie werden stets mit Muffen versehen (Fig. 23 und Fig. 24).

Fig. 23.*)



Ferner verwendet man sog. Thonschalenstücke d. h. halbkreisförmige Thonschalen, die aufeinander gelegt werden, so dass sie sich zu einer Röhre ergänzen; die einzelnen Stücke liegen in Verband und haben gewöhnlich einen Durchmesser, welcher zwischen 20 und 40 cm schwankt.

*) Die eingeschriebenen Maasse sin Braunschweigische. (S. Vorrede.)

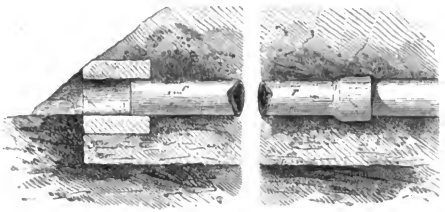
Digitized by Google

Erfordert die abzuführende Wassermenge ein grösseres Durchflussprofil, so legt man Cementröhren mit Muffen in den Strassenkörper, deren Wanddicke nach der Formel:

$$\delta = 2\,\text{cm} + \frac{d}{10}$$

berechnet wird, und worin d den Durchmesser der Röhre be-

Fig. 24.



zeichnet. Oder man verwendet gusseiserne Röhren (Wasserleitungsröhren), deren Wanddicke sich berechnet nach der Formel:

$$\delta_1 = 1\,\text{cm} + \frac{d}{15}.$$

Alle diese Röhrendurchlässe müssen 0,75—1,25 m mit Boden überdeckt sein, damit sie gegen Frost und Stösse gesichert sind.

Erwünscht ist es, sie:

bei Sandboden 1,20—1,40 m tief zu legen;
bei Thonboden 1,30—1,50 „ „ „ „
bei Torfboden und schwammigem Boden aber 1,70 m.

Die Entfernung der einzelnen Rohrleitungen beträgt bei zähem Thonboden das 6fache der Tiefe, bei sehr durchlässigem Boden das 24fache derselben. Die Weite der Drains wird nach der abzuführenden Wassermenge berechnet auf Grund der in Frage kommenden Fläche und des Gefälles. Bezeichnet l die Länge, h das Gefälle der Drains, Q die gewöhnliche Hochwassermenge, wie sie im Frühjahre nach dem Schmelzen des Schnees eintritt, so ist die Weite

$$d = 0{,}3\sqrt[5]{\frac{l}{h}Q^2}\ \text{in Metern.}$$

Für Q nimmt man bei grösseren Drains das $1^1/_8$fache, bei kleineren Drains das $1^1/_2$fache für die Berechnung wegen der Reibungswiderstände. Von diesem Q verdunstet bei Lehm-

Digitized by Google

boden 45 %, bei Sandboden etwa 25 %, so dass also bei Sandboden mehr Wasser in die Drains gelangt, als bei Lehmboden. Die bleibende Wassermenge wird dann in 14 Tagen als abzuführen angesehen. Hat man also eine Niederschlagshöhe von 7 cm, so ist täglich etwa $\frac{1}{2}$ cm Wasserhöhe in Rechnung zu ziehen.

Die Geschwindigkeit des Wassers in diesen Drainröhren soll mindestens 15—25 cm pro Secunde betragen, damit keine Sandablagerungen stattfinden können. Hiernach bestimmt sich also das Gefälle. Nehmen wir einen Mittelwerth an und setzen wir die Geschwindigkeit $v = 20$ cm, so haben wir bei:

3	5	8	cm Durchmesser der Drainröhre
$\frac{1}{213}$	$\frac{1}{435}$	$\frac{1}{770}$	Minimalgefälle.

Ist nur wenig Gefälle vorhanden, so kann man nur kurze Saugdrains anordnen. —

Die Röhren werden so verlegt, dass stets in Abständen von etwa 50—60 m ein Seitendrain von grösserem Querschnitt das Wasser des längs der Strasse hinlaufenden Drains in den Seitengraben ableitet. Die Ausmündungsstücke stellt man gewöhnlich aus festerem Materiale her (Quader u. s. w.), Fig. 22 und Fig. 24, welche dann nach der etwa vorhandenen Böschungsneigung abgeschrägt werden; auch verschliesst man oft die Ausmündung mit einem Gitter, damit nichts hineinfallen und die Drains verstopfen kann.

Je wasserdurchlässiger der Boden ist, desto grösser ist die seitliche Wirkung der Drains; sie wächst mit der Tiefe der Lage im Durchschnitt im Verhältniss von 6 : 1, so dass also ein beispielsweise 3 m tief liegender Drain nach jeder Seite hin auf 18 m wirkt. Hiernach kann man in jedem einzelnen Falle die Anzahl der Drainleitungen leicht berechnen, nachdem man sich durch Bohrung von Probelöchern, die in regelmässigen Abständen liegen, von der vorhandenen und zu erwartenden Wassermenge überzeugt hat.

Die Anordnung der Entwässerungsanlagen ist hierbei folgende:

Man hat zunächst dafür Sorge zu tragen, dass sich alle Wassermengen in einem einzigen Hauptabzugsgraben vereinigen können, und muss zu diesem Zwecke durch Anlage von parallelen, recht- oder stumpfwinkelig auf denselben stossen-

Digitized by Google

den Röhrenleitungen (Saugdrains), deren Anzahl durch die Bodenbeschaffenheit bedingt ist, das Wasser dem Graben auf einem möglichst kurzen Wege oder erst einem sog. Sammeldrain zuführen, welcher entweder direct oder mit andren Sammeldrains erst in einem Hauptstrange vereinigt in den Hauptabzugsgraben einmündet, zu dem gewöhnlich ein in der Nähe liegender Fluss oder Bach benutzt wird.

Die Saugdrains, welche also von der Seite das Wasser in die Sammeldrains führen, haben einen Durchmesser von nur 2—7 cm, während die Sammeldrains einen grösseren Durchmesser (5—10 cm) erhalten müssen. Den Durchmesser der Röhren lässt man allmälig anwachsen.

Sind die unschädlich abzuführenden Wassermengen zu gross, so werden statt der Hauptstränge sog. Recipienten, d. h. offene Gräben, angelegt.

Hierdurch erhält man also ein ganzes System von Entwässerungsanlagen, das oft sehr complicirt sein kann. Dieses System besteht also aus Saugdrains, welche das Wasser aufsaugen und in die Sammeldrains führen, aus denen das Wasser in die Hauptstränge oder Recipienten gelangt, von wo es schliesslich in den Hauptabzugsgraben fliesst.

Wird an der höchsten Stelle quer ein Abfluss angebracht, um das von oberhalb kommende Meteorwasser abzuführen, so heisst dieser Kopfdrain; er muss für sich allein einen Abfluss erhalten. —

Man beginnt die Arbeit der Drainage, indem man nivellirt und den Boden mittelst Erdbohrer genau untersucht. Hierauf wird der Situationsplan entworfen, und dann das Abstecken der Grabenlinien vorgenommen. Nun werden die erforderlichen Erdmassen auf den abgesteckten Linien ausgehoben vermittelst der Spaten und Hacken von verschiedener Breite (Fig. 25)*), indem man von dem niedrigsten Punkte anfängt und bis zu dem höchsten aufsteigt, damit das Wasser hinter den Arbeitern leicht abfliessen kann. Diese Gräben werden schräg nach abwärts so

*) Zum Ziehen der Gräben für diese Drainröhren benutzt man in neuester Zeit auch mit grossem Erfolge den sog. Drainirpflug (von Fowler & Fry in Bristol erfunden), mit dem man in einer halben Stunde 300 Röhren einen Meter tief unter die Erde bringen kann, eine Arbeit, die ohne diesen Drainirpflug mindestens eine volle Woche in Anspruch nehmen und dabei den Erdboden vollständig umwühlen würde. —

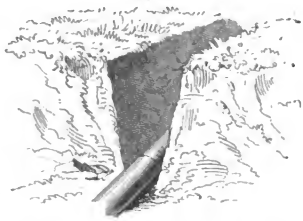
Digitized by Google

angelegt, dass die obere Grabenbreite etwa 0,4 m beträgt und die Grabensohle der Röhrenbreite entspricht oder wenigstens nicht

Fig. 25.

viel über dieses Maass hinausgeht. (Fig. 26 S. „Buch der Erfindungen" Band III. S. 227. 1877.)

Fig. 26.



Nachdem diese Grabensohle mit schmalen Schaufeln und Hacken möglichst abgeglichen und geebnet worden ist, werden die Thonröhren vermittelst besonderer Röhrhaken, welche rechtwinklig an langen Stangen angebracht sind und auf welche die Röhre geschoben wird, oder auch aus freier Hand genau an einander in den Graben gelegt. Endlich füllt man, vom höchsten Punkte beginnend und bis zum tiefsten heruntergehend, mit dem entsprechenden, den leichten Abzug sichernden Füllmaterial den Graben und deckt ihn mit der ausgehobenen Erde wieder zu.

Bei dem Legen der Röhren hat man zu beachten, dass die Saugdrains da, wo sie auf den Sammeldrain zu liegen kommen, und auch diese letzteren auf der einen Seite Löcher haben müssen, die aufeinander gefügt werden. Wo die Nebendrains in die

Digitized by Google

Hauptdrains einmünden, müssen die offenbleibenden Stellen gegen Hineinfallen von Erde u. s. w. gesichert werden. Hier und da wendet man auch Kreuzröhren an, durch welche dieser Uebelstand des Verstopfens an den Ausmündungsstellen ganz vermieden werden kann. —

Die Gesammtkosten solcher Entwässerungsanlagen betragen pro Hektar etwa 100—300 Mark. Die Höhe dieser Kosten hängt ab von den Arbeitslöhnen, von den Preisen der zu verwendenden Materialien und selbstverständlich auch von den Schwierigkeiten des Erdbodens, die zu überwinden sind. (Siehe: „Canalisirung der Städte".)

3) die offenen Gräben.

Diese Gräben werden in Einschnitten in der Einschnittssohle zu beiden Seiten der Kronenkante angelegt und an der Bergseite am Einschnittsrande. Dieser letztere Seitengraben ist nur dann unbedingt anzulegen, wenn durch das niederströmende Meteorwasser eine Beschädigung der Einschnittsfläche zu befürchten ist. Ist ein solcher, oberer Graben nicht zu vermeiden, so hat derselbe eine möglichst wasserdichte Sohle zu erhalten, damit keine Aufweichung der Böschung eintreten kann. An beiden Rändern sind nur ausnahmsweise Wassergräben anzuordnen. —

Bei Dämmen hat man gewöhnlich nur einen Graben an der Bergseite nöthig, um die Wassermengen von der Dammsohle abzuhalten. Nur bei niedrigen Dämmen bis zu etwa 2 m Höhe wird in der Regel zu beiden Seiten ein Graben angeordnet, der dann zugleich den Zweck hat, die Strasse einzuzäunen. Diese Gräben werden auch oftmals zur Entnahme des Schüttungsbodens benutzt und dann entsprechend breiter und auch tiefer angelegt.

Die Sohlenbreite der offenen Gräben beträgt gewöhnlich $0{,}5 \sim 0{,}8$ m, die Tiefe bei Strassen $0{,}4 \sim 0{,}6$ m. Das Längengefälle beträgt im Minimum 1 : 800, im Maximum 1 : 25.

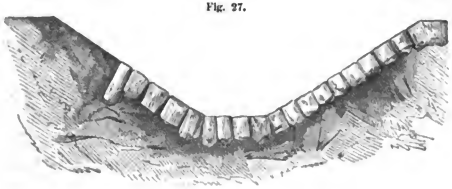
Das stärkste Gefälle bei unbefestigten Gräben soll thunlichst nicht mehr als **1 : 100** betragen. Stark geneigte Gräben sind zu befestigen durch Auslegung der graden Sohle mit Rasen (bis 1 : 30 genügend) oder durch Steinpflasterungen. Bei völlig horizontalen Strassenbahnen oder bei nur schwach geneigten wird die Grabensohle stets gepflastert (Fig. 27). Man

Digitized by Google

giebt ihnen dann ein von der Strasse abweichendes, stärkeres Gefälle, das abwechselnd auf- und niedersteigt. In den tiefsten Punkten wird dann das Wasser gewöhnlich durch gemauerte Canäle abgeleitet.

Sehr starke Gefälle kann man vermeiden, wenn man den Graben mit Absätzen oder Abstürzen versieht. Diese Absätze

Fig. 27.



werden gewöhnlich durch Flechtzäune mit Steinpackung davor oder mit Mauerwerk hergestellt. Die erstere Anordnungsweise ist aber nicht sehr empfehlenswerth, indem solche Flechtzäune Unregelmässigkeiten im Wasserlaufe und damit Ausrisse in den Strassentheilen hervorrufen, und sich im Winter leicht Schnee und Eis in den Flechtzäunen festsetzt.

Sehr selten behalten offene Gräben mit geringem Gefälle ihre volle Tiefe; es sammelt sich Schlamm an, die Sinkstoffe können nicht von dem Wasser fortgespült werden, die Sohle des Grabens erhöht sich, das Wasser tritt bei anhaltend heftigem Platzregen oder Gewitter aus dem Graben heraus und zerstört die Strasse. Daher gilt der Satz: Je geringer das Gefälle der Seitengräben ist, desto fester und glatter muss die Grabensohle sein. Diese Festigkeit, diese Glätte der Grabensohle erhält man aber nur durch Abpflasterung der Sohle oder auch durch eine genügend starke Ausfütterung derselben mit wasserundurchlässigem Boden (Thon).

Die Böschungsneigung richtet sich nach der zulässigen Neigung des betreffenden Bodens. Eine Neigung von 1 : 1 ist am rationellsten. Nur Gräben mit starkem Gefälle müssen eine möglichst flache Böschungsneigung der beiden Ufer erhalten ($1 : 1^1/_2$ oder $1 : 2$).

Gewöhnlich nimmt man für Gräben bis 2,0 m Tiefe eine Böschungsneigung

Digitized by Google

bei festem Moorboden von . . . . . 1 : $1^1/_2$,
bei Klai- und Humusboden von . . . 1 : 1,
bei lehmigem Boden a) über Wasser von 1 : 1,
b) unter Wasser „ 1 : $1^1/_2$,
bei Sandboden a) über Wasser von . . 1 : $1^1/_2$,
b) unter Wasser „ . . 1 : 2,
bei feinem Sandboden, auch unter Wasser von . . . . . 1 : 3.

Bei grösserer Grabentiefe müssen Bankette angelegt werden.

Die Gräben müssen nach einem möglichst abwärts liegenden Punkt und so geführt werden, dass die Wasserzüge möglichst eine grade Linie bilden. Die Tiefenlage der Sohle hat sich nach den Wasserständen zu richten. Man nimmt an, dass das gewöhnliche Hochwasser mindestens in einer Tiefe von 0,3 m (bei Wiesen) bis 1,25 m (bei Gärten) unter der Oberfläche des Terrains liegt, während das gewöhnliche Niedrigwasser in 0,5 ~ 1,5 m Tiefe sich befindet.

Bei der Ausführung der Entwässerungsgräben in sumpfigem oder moorigem Boden muss mit grosser Vorsicht vorgegangen werden, indem man im ersten Jahre nur einen kleinen Graben von etwa 1,0 m Tiefe anlegt, den man im zweiten u. s. w. Jahre immer mehr und mehr vergrössert, bis man das gewünschte Grabenprofil erreicht hat. —

Zu bemerken ist noch, dass das Wasser aus dem oberen Graben den Einschnitt entlang in den unteren Graben geleitet wird oder auch wol in einzelne, befestigte Rinnen (durch Rasenpackung, Pflasterung oder Mauerwerk) an der Einschnittswand niedergeführt zu werden pflegt. —

Die Niederschlagsmenge, welche von den Gräben abzuführen ist, beträgt in Gebirgsgegenden 4,5—7,0 cm, im Hügellande 10—15 cm, die in 7—14 Tagen gewöhnlich abzuführen sind, im Flachlande ebenfalls 10—15 cm, die meistens in 30 Tagen abgeführt werden müssen. Bei ausserordentlichen Niederschlägen kann man eine Niederschlagsmenge von etwa 2,0 cm annehmen, von denen $^2/_3$ verdunsten, so dass also pro Tag $1^1/_3$ cm abzuführen sind.

Die Geschwindigkeit dieser abzuführenden Wassermengen darf keine zu grosse sein.

Digitized by Google

Nach Henz wird bei einer Geschwindigkeit des Wassers von 0,0784 m pro Secunde der Schlamm auf dem Boden eines Grabens oder Canales fortgespült.

Diese Geschwindigkeit des Wassers, welche man stets vor Anlage eines Grabens oder Canales festsetzen muss, um danach das Graben- oder Canalprofil zu berechnen, lässt sich finden nach der Formel:

$$v = \frac{1}{\sqrt{m + n\frac{U}{f}}} \sqrt{\frac{f}{U}\frac{h}{l}}.$$

Hierin ist:

1) für Canäle aus gehobeltem Holze $m = 0.00015$ u. $n = 0{,}0000045$,
2) „ „ „ Quader-, Ziegelmauerwerk od. ungehobeltem Holze $m = 0.00019$ „ $n = 0{,}0000133$,
3) „ „ „ Bruchsteinmauerwerk . . . . . $m = 0{,}00024$ „ $n = 0{,}00006$,
4) „ „ „ Erde . . . . . $m = 0{,}00028$ „ $n = 0{,}00035$,
5) für Gewässer mit Geschieben (Steinstücken) . . . . . $m = 0{,}0004$ „ $n = 0{,}0007$.

Ferner bedeutet in der Formel:

l die Länge des Canales oder Grabens,
h das totale Gefälle desselben,
f den Querschnitt des Wasserkörpers,
U den benetzten Umfang.

Man nimmt gewöhnlich

1) bei Sandboden $v = 0{,}9$ m,
2) bei Lehmboden $v = 1{,}0 \sim 1{,}5$ m.

Das Minimalmaass soll $v = 0{,}3$ m sein.

Diese Formel ist für kleinere Canäle und Gräben ganz vorzüglich und kann zur Berechnung der Geschwindigkeit v bestens empfohlen werden.

§ 19. Berechnung des Meteorwassers und der andren Flüssigkeiten, welche durch den Canal abzuführen sind.

4) die Canalisation der Städte.

Die Canalisation der Städte bezweckt die unschädliche Abführung der mehr oder weniger unreinen Flüssigkeiten, welche

Digitized by Google

aus Meteorwasser, Haus- und Fabrikwasser, Abtrittsstoffen und auch Grundwasser bestehen.

Was zunächst das Meteorwasser betrifft, d. h. die atmosphärischen Niederschläge (Regen, Schnee und Hagel), so nimmt man allgemein an, dass von allen niederfallenden Wassermengen ein Theil oberflächlich abfliesst, um sich in Quellen, Bächen, Flüssen zu vereinigen, ein zweiter Theil auf der Oberfläche verdunstet, ein dritter Theil in der Erde versickert, von dem dann etwa die Hälfte wieder in den oberen Erdschichten verdunstet, während etwa die andere Hälfte immer tiefer vermöge der Schwerkraft dringt und die Quellen wie das Grundwasser speist. Man kann also sagen, von dem Meteorwasser fliesst $\frac{1}{3}$ oberflächlich ab, $\frac{1}{3}$ versickert (wovon $\frac{1}{6}$ Quellen und Grundwasser speist, $\frac{1}{6}$ aber verdunstet), endlich $\frac{1}{3}$ auf der Oberfläche verdunstet. Gewöhnlich nimmt man an, dass die Verdunstung der atmosphärischen Niederschläge etwa $1^1/_4$—$1^1/_2$ mal Regenhöhe beträgt.

Unter der Regenhöhe eines Ortes versteht man die Summe aller Niederschlagsmengen pro Jahr. Sie hängt ab von der mittleren Temperatur des Ortes, von der Höhenlage desselben, von der herrschenden Luftströmung, von der Bodenbeschaffenheit und der Vegetation. Sie ist aber ferner auch in den einzelnen Jahren und in den einzelnen Monaten sehr verschieden. —

Diese Regenhöhe ist in allen grösseren Orten gemessen und hat beispielsweise folgende Werthe ergeben:

in Berlin 597 mm,	in Hamburg 731 mm,
„ Bergen (Norw.) 2252 mm,	„ Hannover 574 mm,
„ Bremen 709 mm,	„ Stettin 492 mm,
auf dem Brocken 1241 mm,	„ Strassburg 721 m.
in Köln 596 mm.	

Von diesen atmosphärischen Niederschlägen kommen 18 % auf den Winter (December, Januar, Februar), 21,5 % auf den Frühling (März, April, Mai), 37,4 % auf den Sommer (Juni, Juli, August) und die übrigbleibenden 23,1 % auf den Herbst (September, October, November).

Nach den in Berlin gründlich angestellten, jahrelangen Versuchen hat man anzunehmen, dass:

Digitized by Google

0,00002199 cm Meteorwasser pro Secunde und pro Quadratmeter den Canälen im Maximum zugeführt wird.

Man nimmt aber zur Sicherheit an, dass in den Canälen Nothauslässe angelegt werden müssen, um bei sehr starken Regenfällen (Platzregen oder starken, langandauernden Gewittern), auf die man Rücksicht zu nehmen hat, dem Regenwasser alsdann den Abfluss nach den nächsten Wasserläufen offen zu halten. —

Die Haus- und Fabrikwassermengen, welche in die Canäle geführt werden, berechnen sich nach der Wassermenge, welche die Einwohner der Stadt für sich, ihr Gewerbe u. s. w. nöthig haben und nach Gebrauch wieder abgeben. Man rechnet den Wasserbedarf einer Stadt gewöhnlich pro Tag und Kopf der Bevölkerung. Der Wasserbedarf ist in folgenden Städten nach genau angestellten Berechnungen:

Tabelle XVII.

in Altona	pro	Tag	und	Kopf	0,106	cbm,
„ Berlin	„	„	„	„	0,080	„
„ Braunschweig	„	„	„	„	0,125	„
„ Brüssel	„	„	„	„	0,063	„
„ Dresden	„	„	„	„	0,109	„
„ Hamburg	„	„	„	„	0,113—0,138	„
„ London	„	„	„	„	0,113—0,150	„
„ Lyon	„	„	„	„	0,088	„
„ Magdeburg	„	„	„	„	0,106	„
„ Manchester	„	„	„	„	0,119	„
„ Marseille	„	„	„	„	0,150	„ u.mehr,
„ Paris	„	„	„	„	0,088	„
„ Turin	„	„	„	„	0,050	„
„ Warschau	„	„	„	„	0,075	„

Diese Zahlen weichen sehr von einander ab. Das kommt aber daher, dass nicht nur der wirkliche Wasserbedarf des Ortes sehr verschieden ist, sondern auch die verfügbaren Wassermengen, die Grösse der eingerichteten Anstalten, die Grösse der Sparsamkeit oder Verschwendung der Bewohner der einzelnen Städte sehr verschieden sind. Hieraus resultirt der wichtige Satz:

Wird das Wasser in überflüssiger Menge und

Digitized by Google

billig verabfolgt, so wird der Wasserbedarf stets grösser sein!

Nehmen wir von obigen Werthen das arithmetische Mittel, so erhalten wir abgerundet:

0,1 cbm pro Kopf und Tag Wasserbedarf.

Für jede 1000 Einwohner hat man

1) pro Tag . . 100 cbm Wasser nöthig,

2) „ Stunde $\frac{100}{24} = 4{,}17$ „ „ „

3) „ Minute $\frac{4{,}17}{60} = 0{,}07$ „ „ „

4) „ Secunde $\frac{0{,}07}{60} = 0{,}001$ „ „ „

Dieser Wasserbedarf ist nöthig:

1) für häusliche Zwecke,
2) für Gewerbe und Industrie,
3) für Reinigung der Canäle, Höfe und Trottoirs,
4) zur Bewässerung von Gärten, Wiesen, Springbrunnen, Bädern u. s. w.,
5) für Feuerlöschzwecke.

Die Vertheilung der hierzu nöthigen Wassermengen nach Procenten giebt folgende Tabelle für einzelne Städte:

Tabelle XVIII.

Wasser-Bedarf für:	In London	In Paris	In Wien	Im Mittel und bei Ueberschlagsrechnungen ungefähr anzunehmen:
1) häusliche Zwecke:	54 %	50 %	42,857 %	49 % d. i. etwa 49 cbm
2) Gewerbe und Industrie:	10 %	12 %	17,857 %	13,2 % d. i. etwa 13,2 cbm
3) Reinigung der Canäle u. s. w.:	25 %	20 %	22,857 %	22,6 % d. i. etwa 22,6 cbm
4) Bewässerung der Wiesen u. s. w.:	2½ %	4 %	2,143 %	2,9 % d. i. etwa 2,9 cbm
5) Feuerlöschzwecke:	8½ %	14 %	14,286 %	12,3 % d. i. etwa 12,3 cbm

pro tausend Einwohner und pro Tag

Digitized by Google

Hieraus geht hervor, dass man im grossen Durchschnitt für den Hausgebrauch 50 % und für Industrie- und andre Zwecke ebenfalls 50 % der Wassermenge rechnen darf. —

Bei Berechnung der Abtrittsstoffe, jener nicht angenehmen Unreinlichkeiten, die am schwersten durch den Canal abzuführen sind, nimmt man an, dass ein gesunder, erwachsener Mensch täglich 1,5 kg Excremente producirt, von denen etwa $\frac{1}{13} \sim \frac{1}{12}$ aus festem Kothe mit 75 % Wassergehalt bestehen.

Die Grundwassermengen, welche auch noch durch den Canal unschädlich abgeführt werden, werden durch genügend angestellte Bohrungen und genaue Bodenuntersuchungen festgestellt. — — —

Von den vielen Systemen, die bei Canalisation von grossen Städten zur Ausführung gekommen sind, hat sich das englische Schwemmsystem (sewage) am meisten bis jetzt bewährt. Bei dem Schwemmsystem wird das Wasser als Motor benutzt, um die gesammten Abfallstoffe so rasch wie nur irgend möglich aus der Stadt durch die unterirdischen Canäle zu führen. Diese Stoffe wurden dann (wie z. B. zuerst in London) gewöhnlich in einen Fluss unterhalb der Stadt geleitet.

Nachdem von einigen Seiten — namentlich von Liebig — gegen dieses System gesprochen worden war wegen des Verlustes für die Landwirthschaft, hat man sich bis heutigen Tages noch nicht geeinigt, ob „Abfuhr“ oder „Canalisation“ zweckmässiger sei. Neuerdings nun hat man einen Mittelweg eingeschlagen, nämlich die Berieselung, d. h. man benutzt das Wasser der Canäle zur Bewässerung (Berieselung) der Ländereien und lässt es nicht in einen Fluss oder See einfliessen. Diese Berieselung hat die beiden Vortheile, dass

1) keine Verunreinigung der Flüsse mehr eintritt,

2) der Landwirthschaft die düngenden Abfallstoffe nicht mehr verloren gehen.

Dieses System hat aber auch grosse Nachtheile, welche im Allgemeinen folgende sind:

1) die Berieselung erfordert geeigneten Sandboden, der nicht immer in grosser Nähe der Städte anzutreffen ist. Bei grösserer Entfernung desselben aber erfordert

Digitized by Google

2) das Hinleiten der Abfallstoffe grosse Kosten;

3) ist der Ertrag der Rieselfelder kein so grosser, als anfangs angenommen wurde.

Das Schwemmsystem verlangt vollständig wasserdichte Canalleitungen. Es hat den grossen Nachtheil, dass bei Eintritt starker Niederschläge die Gase nicht schnell genug aus den Canälen entweichen können und in die Häuser treten. Es ist sehr theuer; auch ist die Beseitigung der Abfallstoffe, falls geeignete Rieselfelder nicht in der Nähe sind, oder falls der Fluss oder See zu klein ist, eine sehr schwierige.

Gute, solide Ausführung und Fernhaltung der fremden Stoffe, welche Verstopfungen der Canäle herbeiführen können, ist bei diesem System unbedingtes Erforderniss! —

§ 20. Lage, Gefälle und Profil der Canäle.

Die Canäle, welche in der Regel unter den städtischen Strassen angelegt werden, sollen mindestens in einer Tiefe von 3 m liegen und zwar tiefer als die Kellersohlen der Häuser, um die Keller entwässern zu können und dieselben vor dem Rückstau zu bewahren, sodann aber auch, um sie frostfrei zu erhalten. Die Canäle sollen das Wasser auf dem kürzesten Wege fortführen.

Die oberen Enden der Hauptrohre und Canäle sollen möglichst so angelegt werden, dass sie vom Flusse aus — falls ein solcher zur Spülung benutzt wird — gespült werden können. Der Hauptcanal soll der Kosten wegen keine zu tiefe Lage erhalten. Deshalb dürfen die kleinen Rohre, welche ein sehr grosses Gefälle consumiren, nicht zu lang werden; ihr Inhalt soll vielmehr möglichst bald dem Canal zugeführt werden. Endlich sind die Zweig- und Sammelcanäle so zu projectiren, dass kurze Nothlässe nach dem Flusse hin zur Abführung der Hochwasser angelegt werden können. Das sind die Hauptgesichtspunkte, nach welchen die ganze Anlage angeordnet werden muss. —

Das Längengefälle der Canäle und Rohrleitungen muss gewöhnlich auf ein Minimum beschränkt werden, weil die unteren Theile der Stadt zumeist in flachem Terrain liegen und die Strassen eine fast horizontale Lage haben. Man wählt deshalb ein Gefälle von etwa 1 : 2000, da dieses Gefälle zur Fortbewegung

Digitized by Google

der Ablagerungen genügt. Ist man gezwungen, das Gefälle kleiner — etwa 1 : 3000 — herzustellen (wie z. B. bei einigen der Hamburger Canäle), so legt man in mässigen Abständen Spülthore an, durch welche die Flüssigkeiten etwa 1 m aufgestaut, und beim plötzlichen Oeffnen der Thore die unterhalb gelegenen Strecken mit der auf diese Weise vermehrten Geschwindigkeit rein gespült werden. Im Mittel kann das Gefälle zwischen 1 : 1000 bis 1 : 1500 seine Grenzen haben; es kommen aber auch Gefälle von bis 1 : 150 z. B. in Hamburg vor, doch sind diese starken Gefälle nur als aussergewöhnliche zu betrachten.

Das Gefälle der Rohrleitungen ist dagegen stärker anzunehmen; es schwankt im Mittel zwischen 1 : 400 und 1 : 300.

Man unterscheidet besteigbare und nicht besteigbare Canäle. Die Frage, welche der beiden Arten in Anwendung kommen sollen, ist eine sehr wichtige. Nach Lindley, welcher die Hamburger Canalisation gebaut hat, sollen unbesteigbare Canäle nur da angelegt werden, wo:

1) nicht mehr als etwa 20—30 Wohnhäuser in einen Siel entwässern,

2) das Gefälle nicht weniger als 1 : 150 ist,

3) die Ablagerungen durch das Gefälle allein oder durch Spülung fortgeschafft werden können.

Im Allgemeinen wird man bei der Canalisation unsrer grösseren Städte stets besteigbare Canäle in der Mitte der belebteren Strassen anlegen müssen, weil die abzuführenden Wassermengen so beträchtlich sind, dass der Durchmesser der Röhrenleitungen das Maass von 0,6 m überschreiten würde. Hiernach kann man die wichtige Regel aufstellen:

> Rohrleitungen, deren Durchmesser grösser als 60 cm gewählt werden müsste, sind nicht mehr zu verwenden, sondern es sind dann stets statt ihrer gemauerte Canäle zu benutzen.

Der Querschnitt der Thonrohrleitung bestimmt sich nach der Menge der abzuführenden Wasser, die auf eine Fläche von etwa 36 m hinter Bauflucht kommen. Das Thonrohr wird möglichst unter den Bürgersteig und zwar 1,0 m tief gelegt und an den Stosspunkten mit einer 2 steinstarken Flachschicht untermauert, um einem Setzen vorzubeugen. (Vergl. § 21.) —

Ist das Gefälle der Leitungen so gering, dass sich bei der

Digitized by Google

Ableitung des Hauswassers eine geringere Geschwindigkeit als 0,6~0,8 m ergiebt, so ist eine Spülung der Canäle vorzunehmen und zwar kann diese erfolgen mit dem Canalwasser selbst, indem man das Wasser in den unteren Leitungen aufstaut und dann plötzlich ablässt, oder mittelst Aussenwasser (Fluss- oder Wasserleitungswasser), indem man das Wasser sich ansammeln lässt und dann plötzlich die Spülthore öffnet. Diese letztere Art ist die entschieden wirksamere und sehr zu empfehlen. —

Die grösseren Canäle, in welchen sich die kleineren vereinigen, stellt man gewöhnlich aus guten, glatten Klinkern in Cementmörtel oder in neuester Zeit auch ganz aus Beton her.

Die gemauerten Canalprofile wurden früher fast stets kreisrund hergestellt. Aber diese Nachbildung der Röhren ist nicht empfehlenswerth und wird auch in neuerer Zeit nur bei Canälen von mehr als 2,0 m Weite ausgeführt. Statt dieser kreisrunden Form wählt man ausschliesslich jetzt die Eiform. Bezeichnet B die mittlere Breite des Canales und H die Höhe, so ergiebt sich ein gutes eiförmiges Canalprofil, wenn man

$$B = \frac{2}{3} H \text{ oder } H : B = 3 : 2$$

nimmt. Bei diesem Profile wird bei geringerer Wassermenge, die übrigens den weitaus grösseren Theil des Jahres vorhanden ist, das Wasser in der unten nur schmalen Sohle möglichst zusammengehalten, so dass die Sinkstoffe leicht von demselben fortgespült werden können.

Am besten nimmt man die Höhe 1,2 m, so dass also die Weite der Canäle 0,8 m beträgt; als Minimalmaass ist festzuhalten: $B = 0{,}6$ m und $H = 0{,}9$ m; als Maximalmaass: $B = 2{,}0$ m, $H = 3{,}0$ m. Bei grösseren Weiten ist die Kreisform besser.

Die Canäle werden aus besten, gebrannten Formsteinen hergestellt und mit hydraulischem Mörtel. Die Wandstärke beträgt gewöhnlich nur $^1/_2$ Stein, weil der Canal keinen Erddruck zu ertragen hat; besser und sicherer jedoch nimmt man bei H bis 1,2 m 1 Stein, bei H über 1,2 m $1^1/_2$ bis 2 Stein. Die Canäle werden bei gutem Boden und falls kein Wasserandrang stattfindet, direct auf den gewachsenen Boden aufgemauert, indem die Erde vorher genau nach der Schablone aus-

Digitized by Google

gehoben ist. Andrenfalls erhalten sie einen sog. Sohlenblock aus Mauerwerk, gebranntem Thon oder Gusseisen (England), der dann das Fundament des Canales bildet. —

Die kleineren Canäle (Zweigcanäle) können, wenn sie geschützt in der Erde liegen, auch nur aus guten Steingutröhren (glasirten und gebrannten Thonröhren) bestehen, doch ist hierbei zu bemerken, dass solche Röhren nicht über 0,60 m Durchmesser haben dürfen. Der Minimaldurchmesser für Strassenrohrleitungen beträgt 0,24 m; unter dieses Maass darf man nicht gehen.

Der kurze Gang der Canalisation einer Stadt ist nun folgender:

Jedes Wohnhaus oder jedes Grundstück ist je nach Bedürfniss mit einem oder mehreren Haussielen zu versehen, damit das ganze Regen-, Haus-, Fabrik- und Grundwasser und die Abtrittsstoffe leicht und schnell abgeführt werden können; diese Siele münden in eine oder mehrere Ableitungsröhren (je nach der Grösse der Grundstücke), welche, gewöhnlich unterhalb der Kellerfundamente liegend, in den nächsten Strassencanal einlaufen, und zwar tritt das Hausrohr 0,3 ~ 0,5 m über Canaloberfläche ein, damit die Canalströmung nicht gestört wird. Dieser Strassencanal liegt meistentheils in der Mitte der Strasse; nur bei breiteren Strassen (über 20 m Breite) ist mit Vortheil für jede Häuserreihe ein besonderes Rohr anzulegen.

Die Vereinigung der einzelnen Strassencanäle erfolgt in Zweigcanälen, welche sich wiederum in sogenannten Stammcanälen vereinigen, die die Wassermengen an einen einzigen Hauptcanal abgeben, welcher sie unterhalb der Stadt in einen grossen Fluss oder grossen See leitet oder sie einem grossen Reservoir (wie in Berlin) zuführt, aus dem sie durch grosse Pumpwerke über Ländereien (Berieselungsfelder) geführt werden. —

Für die Abzweigungen der Haus- und Strassencanäle werden besonders hierzu geformte Abzweigstücke verwendet, in welchen sich die Röhren unter einem spitzen und nach abwärts gerichteten Winkel vereinigen. Es wird ein solches Abzweigstück stets vor jedem Hause oder Grundstück bei Anlage einer Rohrleitung — auch wenn der Anschluss nicht gleich erfolgen soll — eingesetzt, damit sich später der Anschluss leicht und schnell bewerkstelligen lässt.

Digitized by Google

Die Zweigcanalverbindung wird durch Muffen ersetzt, welche mit fettem Töpferthon oder Wergzöpfen gut gedichtet werden.

Da, wo eine Verbindung der Strassenröhren mit Strassenröhren erfolgt, sind stets Einsteigebrunnen von 1 m im Durchmesser und 1 Stein Stärke anzulegen, ganz gleich, ob die Canäle besteigbare oder unbesteigbare sind. Diese Einsteigebrunnen dienen zur Untersuchung und Reinigung der Strassenröhren; es hat deshalb ihre Sohle 1 m tiefer zu liegen, als die der in sie einmündenden Strassenröhren. Diese Anlagen vermitteln zugleich die nöthige Lüftung in den Abzügen. Es kann durch die Einsteigbrunnen die in den Röhren befindliche Luft bei ihrer Füllung mit Wasser entweichen. Zugleich aber auch kann man diese Brunnen als kleines Wehr benutzen, indem man die abführende Röhre oder den Canal mit einer eisernen Klappe verschliesst, das Wasser im Brunnen aufstaut, dann die Klappe fortzieht und durch die verstärkte Strömung die Röhre oder den Canal reinspült. An den oberen „todten" Enden werden gewöhnlich die Einsteigebrunnen mit besonderem Spülwasser aus der vorhandenen Wasserleitung oder einem in der Nähe liegenden Bach oder Fluss zugefüllt. Uebrigens sei noch bemerkt, dass Einsteigebrunnen stets in Entfernungen von 75 ∼ 100 m erforderlich sind. Um zwischen 2 Schächten durch das Rohr sehen zu können, muss dasselbe natürlich gerade sein. Kommen Knickpunkte vor, so ist zur Erleichterung der Untersuchung ein sogenanntes Lampenloch anzuordnen, welches in einer Entfernung von weniger als 75 m anzulegen ist. Sehr zweckmässig ist es, Brunnen und Lampenloch in etwa 75 m Entfernung auch bei graden Rohrleitungen abwechseln zu lassen.

Die Vereinigung von Strassenröhren mit Canälen erfolgt durch Anlage einer Nische, welche seitlich des Canales erbaut ist und über welche sich gewöhnlich auch ein Einsteigeschacht erhebt. Einsteigeschächte sind stets in einer Entfernung von 200 ∼ 300 m erforderlich. Bei kleineren Entfernungen ist ein Einsteigeschacht nicht unbedingt nöthig; man begnügt sich oft nur mit einem sogenannten Ventilationsschacht, der über der Nische erbaut ist. Dieser Ventilationsschacht ist oben 0,3 m breit, unten 0,6 m, während der Einsteigeschacht zum Mindesten 0,8 qm gross sein muss.

Digitized by Google

Die Vereinigung von Canälen mit Canälen erfolgt durch ein sogenanntes Trompetengewölbe.

Ausser diesen Anlagen sind noch von Wichtigkeit die Regeneinfälle (engl. gullies) d. h. jene Rinnsteinabzüge, die als Sand- oder Schlammsammler angelegt werden, um nicht nur das Tagewasser in die Canäle zu leiten, sondern namentlich um schwere Sinkstoffe (Sand, Schlamm, Dachsteinstücke u. s. w.) aufzufangen, so dass sie nicht in die Canäle gelangen können. Sie müssen selbstverständlich mit einem Senkkasten versehen sein, der von Zeit zu Zeit zu entleeren ist. Sie werden mit einer Roste oben abgeschlossen. — Von ihnen wird das Rinnsteinwasser in etwa 15 cm weiten Röhren in die Strassencanäle geführt.

Die Gullies sollen sich möglichst paarweise gegenüber liegen; ihre Entfernung von einander beträgt im Mittel 50 m (nicht über 60 m), sie richtet sich nach dem Gefälle der Rinnsteinsohle und der Höhenlage der Bordschwellen. An den Kreuzungen der Strassen dürfen die Gullies nie vor die Baufluchte treten, sondern 3—10 m zurück. Sehr fehlerhaft ist es, um den einen Gullie zu ersparen, einen solchen grade vor der Kreuzungsstelle anzulegen, indem bei stärkerem Regen der Gullie das Wasser nicht fassen kann, und nun grade vor der Uebergangsstelle, wo der meiste Fussgängerverkehr stattfindet, sich ein Tümpel bildet. — In der Nähe der Strassenbrunnen ist ebenfalls ein Gullie anzulegen; ersterer ist möglichst so zu stellen, dass er in die Mitte zweier Strassenkreuzungen zu stehen kommt. —

Die Nothauslässe dienen zur Entlastung der Canäle bei ausserordentlichen atmosphärischen Niederschlägen und sind gegenüber einem Haupteanal und zweigenden Nebencanale anzuordnen; sie bestehen aus einem Canale, dessen Sohle mindestens 0,5 m höher liegt als die Sohle des Haupteanales und der in einen Bach, Fluss, See u. s. w. mündet.

In Städten, welche von einem oder mehreren Flüssen durchströmt werden, muss man — um die sehr theuren Pumpstationen auf ein Minimum beschränken zu können — die Flüsse von den Abzugscanälen kreuzen lassen. Diese Kreuzung wird folgendermassen ausgeführt. An dem einen Ufer des Flusses wird der Canal in einen brunnenartigen Sandfang geleitet, welcher einen Regenauslass besitzt. In diesem Brunnen steckt ein aus Eisenblech fest zusammengenietetes Rohr, welches bis unter das

Digitized by Google

Flussbett geführt wird, um dann wagerecht bis zu einem zweiten Brunnen zu laufen, der am andren Ufer des Flusses liegt. Es wird zwischen der Einmündung des Rohres aus dem zweiten Sandfang ein solches Gefälle anzulegen sein, dass in diesem Rohre die Geschwindigkeit der abzuführenden Wassermenge eine genügende ist. Diese Unterführung des Canales nennt man allgemein Dücker; sie hat sich bei allen Canalisationen von Städten sehr bewährt und ist niemals eine Verstopfung dieser Eisenröhren bemerkbar geworden. —

Wie wir schon oben andeuteten, so werden die Flüssigkeiten der Canäle in ein fliessendes Gewässer geführt oder zur Berieselung von Feldern verwendet.

Die erstere Anordnungsweise ist aber keine empfehlenswerthe. Die Flüsse werden durch die unreinen Flüssigkeiten der Canäle verpestet; sie gerathen durch die stickstoffhaltigen, organischen Substanzen im Sommer in faule Gährung, erzeugen viele Krankheiten, verursachen oft Epidemien u. s. w. Man hat also zum Mindesten das Canalwasser zu desinficiren, mit Chlor, Karbolsäure u. dergl., um wenigstens einigermassen ausbrechenden Krankheiten vorbeugen oder dieselben mildern zu können.

Die Berieselung der Felder dagegen hat den grossen Vortheil, dass sie nicht nur die sanitären Ansprüche befriedigt, sondern auch der Landwirthschaft gute Dienste leistet, indem sie unfruchtbare Ländereien fruchtbar machen kann.

Bei dieser letzteren Verwendung sind in den Reservoirs Pumpwerke nöthig, welche die Flüssigkeiten und Abfallstoffe auf die zu berieselnden Ländereien führen.

Wir werden im letzten Paragraphen dieses Abschnittes die Canalisation von Berlin näher besprechen, soweit es der uns vorliegende Bericht gestattet und werden über die Berieselung nähere Angaben machen. Zuvor müssen wir aber noch eingehender die Privatcanäle (Haus- und Ableitungsröhren) behandeln, was wir am besten zu thun hoffen, wenn wir im folgenden Paragraphen sehr sorgfältig ausgearbeitete Vorschläge zu Bestimmungen über die Anlage von Privatcanälen behufs Reinigung und Entwässerung der Häuser und Grundstücke in der Königl. Residenzstadt Hannover nebst den Motiven zur Begründung dieser Vorschläge zum Abdruck bringen.

Digitized by Google

§ 21. Vorschläge zu Bestimmungen*)

über die Anlage von Privatcanälen behufs Reinigung und Entwässerung der Häuser und Grundstücke in der Königl. Residenzstadt **Hannover,**

nebst

den Motiven zur Begründung dieser Vorschläge.

Die an die öffentlichen Canäle anschliessenden Hauscanäle werden, wo sie geschützt unter der Erde liegen, von glasirten Thonröhren, und wo sie innerhalb der Häuser frei über der Erde liegen, von gusseisernen Röhren hergestellt.

Begründung: Die in Hannover bereits vorhandenen Hauscanäle sind aus sogenannten Hohlziegeln gefertigt, die in Verband aufeinander gelegt und in Cement vermauert und gedichtet werden. In den letzteren Jahren hat man innerhalb der Häuser aber auch vielfach schon glasirte Thonröhren mit Muffen angewendet. Es empfiehlt sich nun, künftig für unterirdische Privatcanäle durchweg glasirte Thonröhren vorzuschreiben, weil die Dichtigkeit der Fugen und Röhrenverbindungen dabei viel leichter und dauerhafter herzustellen ist, als bei Verwendung von Hohlziegeln. Die glasirten inneren Flächen der Thonröhren erhöhen ausserdem noch die Wasserdichtigkeit der Rohrwände, erleichtern das Durchspülen und verhindern das Hängenbleiben fester Stoffe.

Die Kosten pro 1 laufenden Meter Canal von Schalen betragen incl. der Pflasterarbeit, aber excl. der Erdarbeit:

1) für eine lichte Weite von etwa 15 cm 2 M. 30 Pf.,
2) „ „ „ „ „ „ 20 „ 2 „ 70 „

Die Kosten eines Canales von glasirten Thonröhren dagegen betragen für die Herstellungsweise:

ad 1) 3 M. 15 Pf. pro laufenden Meter,
ad 2) 4 „ 30 „ „ „ „

so dass also die glasirten Thonröhren pro laufenden Meter etwa 85 Pf. bez. 160 Pf. mehr kosten. Diese Mehr-

*) Aus den „Verhandlungen und Mittheilungen des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Hannover". 1875. Erstes Heft. S. 95—98.

Digitized by Google

kosten sind in Rücksicht auf die dadurch zu erzielenden grösseren Sicherheiten und Vortheile zu unbedeutend, als dass sie bei so wichtigen Anlagen entscheiden dürfen.

Die Bestimmung wegen Anwendung gusseiserner Canalröhren bezieht sich auf einzelne vorkommende Fälle, in denen die Sohle des Kellers oder Souterrainräume eines Hauses, durch welches der Canal geführt werden muss, tiefer als der Strassencanal liegen, ersterer also nicht unter der Sohle in der Erde, sondern über derselben hingezogen werden muss. Thönerne Röhren würden dort durch Auffallen und Anschlagen harter Körper leicht zertrümmert oder beschädigt werden und die Räume beschmutzen und mit Canalgasen anfüllen können. Eiserne Röhren sind an sich bei der ersten Anlage allerdings ansehnlich theurer, doch vermindert sich der Kostenunterschied sehr, wenn man die Ausgaben mit in Anschlag bringt, welche thönerne Röhren erfordern, wenn sie solide unterbauet und umbauet werden sollen, dass sie gegen Schädigungen von aussen gehörig geschützt sind, was doch jedenfalls geschehen müsste.

In der Regel erhält jedes Haus oder jedes Grundstück nur einen Canal von 125—150 mm innerer Weite. In keinem Falle darf diese Weite das Maass von 200 mm überschreiten, nöthigenfalls sind mehrere Verbindungen mit dem Strassencanale zu legen.

Begründung: Ein 125—150 mm weiter Canal von Thonröhren reicht erfahrungsmässig aus, um die gesammten Schmutz- und Wirthschaftswasser eines grösseren Hauses regelmässig abzuführen. Die Ausspülung von festen Stoffen, welche etwa mit hineindringen, wird, besonders bei Mangel an hinreichenden Spülwässern, in engeren Röhren leichter als in weiteren Röhren bewerkstelligt. Bei grösseren Etablissements, wo ein einziges Rohr von der vorgeschriebenen Weite nicht genügen sollte, ist es daher besser, mehrere Canäle anzulegen, was in der Regel schon deshalb erforderlich sein wird, weil da die Einlässe der Abfallröhren für einen Canal zu weit auseinander liegen.

Das Gefälle der Hauscanäle soll in der Regel nicht weniger als zwei bis ein Procent betragen, wobei auf möglichst gleichmässige Vertheilung

Digitized by Google

des Gefälles zu halten ist. Ausnahmsweise kann eine noch weitere Verminderung des Gefälles gestattet werden, dasselbe darf dann aber an keiner Canalstelle weniger als $^1/_2$ Procent betragen.

Begründung: Die ausnahmsweise gestattete Verminderung des Canalgefälles bis auf $^1/_2$ Procent ist dadurch begründet, dass auf solche Fälle Rücksicht genommen werden muss, bei denen der Strassencanal sehr hoch liegt, oder der Hauscanal bis nach entfernt liegenden Hinterhäusern in beträchtlicher Länge fortgeführt werden muss.

Der Anschluss an den Strassencanal geschieht mittelst besonders dazu geformten Abzweigungsrohres (welches unter einem nach abwärts gerichteten spitzen Winkel abfallend einmündet). Dieses Façonrohr darf nicht enger als der Hauscanal sein und muss mit seiner ganzen Mündung über der gewöhnlich höchsten Füllung des Strassencanales liegen, bei den Hauptcanälen nicht unter 0,4 — 0,5 m über deren Sohle. Um bei Anlage neuer Strassencanäle spätere Anschlüsse einzelner Grundstücke leicht und ohne Durchbrechung der Canalwand herstellen zu können, müssen in letztere vor jedem Hause ein oder mehrere Façonrohre eingelegt und bis dahin, wo der Anschluss erfolgt, mit einem in die Muffe passenden Stöpsel von gebranntem Thon dicht und fest verschlossen werden.

Beim Legen der Thonröhren ist darauf zu halten, dass sie alle genau in der Gefälllinie liegen und nirgends ein weiteres in ein engeres unterhalb liegendes Rohr übergeht. Die Röhren werden in den Muffen mit Wergzöpfen und fettem Thon wasserdicht mit einander verbunden, wobei dafür gesorgt werden muss, dass das Dichtungsmaterial vor seiner Bindung und Erhärtung nicht durch etwa fliessendes Grundwasser ausgespült wird und dass die inneren Fugen sorgfältig glatt ausgestrichen werden und keine vorspringenden Ränder haben.

Digitized by Google

Die unterirdisch laufenden Canalröhren werden behufs Drainirung des Hausgrundes in durchlässiges Material von Kies oder grobem Sand dicht und fest eingebettet, darin auch innerhalb der Fundamentmauern des Hauses und auf dem ganzen Wege bis an den Strassencanal fortgeleitet. Röhren, welche über der Erde (Kellersohle) liegen, dürfen in den Fundament- und Hausmauern ebenfalls nicht fest eingemauert werden. Sowol die unterirdischen wie die oberirdischen Canalstrecken müssen eine durchaus gegen Frost gesicherte Lage haben.

Begründung: Es kommt in unsrer Stadt vielfach vor, dass der Untergrund der Häuser sehr undurchlässig ist und der Abzug der Grundwässer nach dem Strassencanale seiner Lage wegen wenig oder gar nicht stattfindet. Die Entwässerung wird dann dadurch ermöglicht, dass die Hauscanäle auf ihrer ganzen Länge von durchlässigem Materiale umgeben werden und nöthigenfalls auch noch Drainröhren vom Hause nach dem Canale auf der Strasse abgehen. Die feste Einmauerung der Hauscanäle in den Fundament- und Hausmauern ist auch noch aus dem Grunde zu verbieten, weil sonst durch nachträgliches Senken und Verändern der Mauern in neuen Häusern Brüche im Canale herbeigeführt werden.

Die Richtung der Hauscanäle muss eine möglichst gradlinige sein, unvermeidliche Curven und Biegungen müssen in schlanken Uebergängen richtig angelegt oder besser durch Façonrohrstücke bewirkt werden.

Der Hauptcanal des Hauses wird bis in den Hofraum desselben verlängert, um hier die Meteor- und Brauchwässer mittelst eines zugedeckten Schlammsammlers aufzunehmen. Die Verbindung dieses wasserdicht gemauerten Schlammbehälters mit dem Canale geschieht, wie bei den Schlammfängen des Gossenwassers auf den Strassen, durch ein nach unten eingebogenes und unter Wasser mündendes Rohr, damit die Canalluft nicht austreten kann. Um ein Ueberlaufen des Behälters

Digitized by Google

auf die Oberfläche zu verhindern, muss der darin sich anhäufende Schlamm und Sand zeitweise ausgehoben werden.

Ein in den Hauptcanal des Hauses einmündender Seitencanal muss von geringerer Weite sein und durch ein Façonrohr mit Gefälle unter einem spitzen Winkel anschliessen.

In den so hergestellten Hauscanal oder in die Verzweigungen desselben werden die flüssigen Abfälle im Hause von den Ausgüssen in den Küchen, Waschräumen, Badestuben, von den Dachrinnen, Waterclosets (wenn sie gestattet werden) durch Abfallröhren hineingeleitet.

Die unter der Erde geschützt liegenden Theile dieser Abfallröhren können ebenfalls Thonröhren sein, über der Erde müssen in der Regel Röhren von Gusseisen oder Blei verwendet werden, wogegen die Regenröhren aus Zinkblech gefertigt werden können.

Begründung: Der Vorschlag, im Innern der Häuser gusseiserne oder bleierne Abfallröhren vorzuschreiben, ist dadurch begründet, dass diese Röhren, welche an den Wänden des Hauses herabgeleitet und fest angeschlossen werden, bei einer in neuen Häusern leicht eintretenden Veränderung der Wände ihre Dichtigkeit und Haltbarkeit verlieren, ausserdem auch bei der meistens exponirten Lage im Hausverkehr leicht beschädigt werden können, wenn sie nicht von schwerem Materiale gefertigt werden.

An jeder Stelle, wo ein Abfallrohr in den Canal einmündet, ist in derselben ein mit spitz anlaufender Anschlussmündung versehenes ungetheiltes Rohrstück (Façonrohr) einzulegen, und der Anschluss an letzteres darf nur durch einen Wasserverschluss geschehen, der durch eine Oeffnung mit dicht schliessendem Deckel von etwa abgelagerten Stoffen gereinigt werden kann, wenn dies nöthig wird.

Begründung: Die Anschlusspunkte der Abfallröhren an den Canal sind diejenigen Stellen, durch welche am meisten Undichtigkeiten und behinderte Fortspülung ent-

Digitized by Google

stehen und welche deshalb eine solide Construction und Ausführung nöthig machen. Man erreicht diese am sichersten durch Rohrstücke von Thon, welche in die Canallinie gelegt und mit der Anschlussmündung im ungetheilten Stücke so gefertigt werden, dass sich das Seitenrohr im schlanken Bogen unter spitzem Winkel in der Strömungsrichtung anlegt.

Ein Wasserverschluss an solchen Stellen ist vorgeschrieben, damit bei eintretenden Defecten an den Fallröhren, oder wenn diese behufs Reparaturarbeiten stellenweise geöffnet werden müssen, die Canalluft abgeschlossen bleibt und nicht ins Haus eindringen kann. Man hält es für zweckmässig, dass derartige Wasserverschlüsse und überhaupt alle vorkommenden couranten Façonröhren auf dem städtischen Bauhofe in angemessenem Vorrathe gehalten und von dort an die Privaten abgegeben werden.

In die Abfallröhren darf das Schmutz- und Wirthschaftswasser im Innern der Häuser nur durch Ausguss- oder Einlassbecken gelangen, und diese müssen ebenfalls mit Wasserverschluss und mit einem dichten, unbeweglichen Gitter auf verhältnissmässig enger Einmündungsöffnung versehen sein, damit nicht feste Stoffe irgend welcher Art in die Röhren dringen und sie verstopfen können.

Ein einzelnes in den Canal einmündendes Abfallrohr darf in der Regel nicht weiter als 100 mm sein. In ein solches Rohr können nach Verhältniss seiner Weite noch mehrere engere Röhren von nahe gelegenen Ausgüssen einmünden; doch müssen dieselben dann von den Einlassstellen ab möglichst steil abfallen und unter spitzem Winkel solide und dauerhaft mit dem Vereinigungsrohre verbunden werden. Röhrenleitungen aus grösserer Entfernung mit schwachem Gefälle nach dem Canale hinzuziehen, muss vermieden werden. In solchen Fällen ist in der Regel ein Zweigcanal unter der Erde bis zur Einlassstelle oder ein besonderer Canal von letzterer nach dem Strassencanal vorzuziehen.

Digitized by Google

Ausgussbecken in Keller- und Souterrainräumen müssen in einer solchen Höhe über dem Fussboden dieser Räume angebracht werden, dass der höchste Rückstau, welcher durch Ueberfüllung des zugehörigen Strassencanales erfahrungsmässig vorkommt, nicht bis zu dem Wasserverschlusse der Ausgüsse hinaufsteigen kann. Diese Bestimmung gilt namentlich bei Strassencanälen, welche behufs zeitweiser Spülung mittelst aufgestaueter Canalwasser mit Stauschützen versehen sind. Eine Abweichung von dieser Vorschrift in Fällen, wo die Ausgüsse für nützlichen Gebrauch zu hoch zu liegen kommen würden, muss besonders beantragt werden, ist aber nur zu gestatten, wenn strassenwärts ausserhalb des Hauses eine hängende selbstthätige Schlussklappe von galvanisch verzinktem Eisenbleche in den Hauscanal eingebaut und diese durch einen Einsteigeschacht oder durch andere geeignete Mittel zugänglich gemacht wird.

Alle Röhren im Innern des Hauses müssen eine gegen Frost und sonstige Beschädigungen geschützte Lage haben, die auch zugänglich genug bleibt, um eintretende Undichtigkeiten und Schäden leicht beseitigen zu können.

Um in jedem Falle ein Austreten von Gasen in das Hausinnere zu verhindern, werden die verticalen Fallröhren (Vereinigungsröhren) am oberen Ende durch Zinkröhren entweder mit einem benachbarten Schornstein verbunden, oder bis über die Dachfläche hinaus verlängert, die Ausmündungen hier aber entfernt genug von Fenstern oder Dachluken gehalten. Dies gilt besonders auch für Abfallröhren von Waterclosets.

Begründung: Wenn in einem Strassencanale durch besonders heftige Regengüsse oder durch Gebrauch von Stauschützen eine Stauung der Canalflüssigkeit eintritt und diese dadurch in den Hauscanälen hinaufsteigt, oder wenn Wasser in die Abfallröhren gegossen wird, so würde ohne eine solche Ventilation derselben die daraus verdrängte

Digitized by Google

Luft durch die Wasserverschlüsse hindurch in die Hausräume gedrückt werden.

Die Regenröhren an der Hinterfronte des Hauses werden entweder direct bis zum Hauscanale herab verlängert und treten wie die übrigen Fallröhren durch einen Wasserverschluss in denselben ein, oder sie ergiessen sich zunächst in die Regenfässer und diese erhalten dann Ueberlaufsröhren, welche ebenfalls mittelst Wasserverschluss an den Hauscanal anschliessen. Die Röhrenmündung in der Dachrinne ist mit einer zweckmässigen Vergitterung zu versehen, damit keine harten Körper vom Dache hineinfallen und eine Beschädigung oder Verstopfung der Röhren herbeiführen können.

Wenn es die Lage der Regenröhren an der Strassenfronte gestattet, sowie wenn in Rücksicht auf die Höhe und Lage der Nachbarhäuser keine Belästigung der Nachbarn durch die aufsteigenden Canalgase entstehen kann, so sind auch die Regenröhren in die Erde zu verlängern und behufs der Spülung und Ventilation des Canales mit diesem, aber ohne Wasserverschluss, zu verbinden. Die Mündung in der Dachrinne ist ebenfalls mit einem Gitter zu überdecken.

§ 22. Canalisation von Berlin.

Die erste Stadt auf dem Continente, welche das Canalwasser auf unfruchtbare Ländereien führte und dieselben dadurch zu fruchtbaren Feldern machte, war Danzig, welches im Jahre 1870 eine ganz ausgezeichnete Wasserversorgung und Canalisation erhielt.

Da in Danzig die durch die Berieselung erzielten Erträge nicht unbedeutend waren, so entschloss man sich in Berlin nach langem Streite, auch hier die abzuführenden Flüssigkeiten sich über Felder und Aecker ergiessen zu lassen. Zu diesem Zwecke wurde vorerst aber noch ein grösserer Versuch gemacht, indem man im Jahre 1869 auf dem Tempelhofer Felde bei Berlin ein geeignetes Stück Sandland (127,65 a gross)

Digitized by Google

pachtete und auf dieses den Inhalt des Königgrätzerstrassen-Canales führte. Diese Berieselung wurde vom Monat Mai 1870 zwei Jahre lang mit wenigen Unterbrechungen vorgenommen und im grossen Durchschnitt täglich etwa 480 cbm, also stündlich etwa 20 cbm auf eine Berieselungsfläche von 11760 qm geführt. Die Gesammthöhe des Rieselwassers, welches auf die ganze Fläche geleitet wurde, betrug also 7,8 m und die Höhe der täglichen Förderung etwa 0,04 m.

Das Resultat dieser ausgedehnten Versuche war:

1) der Erdboden nimmt das Rieselwasser bei ununterbrochener Berieselung im Sommer und Winter auf.

2) durch die Berieselung ist eine Verschlechterung des Grundwassers nicht bemerkt worden.

3) die auf dem Felde gebauten Gewächse gedeihen ausgezeichnet, sind in keiner Weise der Gesundheit schädlich und erzielen einen grossen Gewinn.

4) die Rieselfelder erzeugen keinen die Nachbarschaft belästigenden oder gar gesundheitsgefährlichen Geruch.

5) zur Aufnahme des Schmutzwassers von 1000 Menschen ist etwa ein Berieselungsfeld von 21 a oder 2100 qm erforderlich.

Nachdem alle diese Versuche beendet waren, wurde in Berlin beschlossen, die Stadt nach den Plänen des Baurath Hobrecht in mehrere Entwässerungsgebiete zu zerlegen, und jedes einzelne derselben mit einem unabhängigen Canalsysteme, dessen Mündung in dem Umkreise des betreffenden Entwässerungsgebietes liegt, zu versehen.

Hiernach ergeben sich für Berlin fünf Canalsysteme. Diese sogenannten Radialsysteme sind aber nicht von gleicher Grösse; ihre Abgrenzungen richten sich nach den vorhandenen Wasserläufen der Spree und des Canales (Landwehrcanales), nach dem Wasserbedarf u. s. w. Die Gesammtkosten sind auf rund 30 Millionen Mark berechnet.

Zuerst wurde das Radialsystem III, welches Alt-Kölln, die Dorotheenstadt, Friedrichsstadt, Friedrichswerder — also das Gebiet zwischen der Unter-Spree, dem Thiergarten, dem unteren Laufe des Landwehrcanales und dem Kupfergraben — fertig gestellt. Die nöthige Pumpstation steht auf dem Hafenplatz.

Dieses dritte Radialsystem umfasst ein Flächengebiet von etwa 4¼ Millionen qm mit circa 120000 Einwohnern, so dass

Digitized by Google

auf jeden Einwohner durchschnittlich 36 qm kommen. Die Wassermenge ist auf 1,04 cbm pro Secunde angenommen.

Die Betriebskosten für dieses eine Radialsystem betragen pro Jahr 347 100 M., während die Herstellungskosten sich auf etwa 5 922 000 M. belaufen haben sollen.

In dem uns vorliegenden Berichte (Vortrag des Königl. Bauraths Schuster „Ueber Canalisation der Städte", gehalten im Verein für öffentliche Gesundheitspflege zu Hannover in der Sitzung vom 20. April 1875), den wir hier mehrfach benutzt haben, heisst es:

„Bei einer solchen Eintheilung der Entwässerungsgebiete kann bei vorkommenden Störungen des einen Radialsystemes das andre benachbarte aushülfsweise mit dienstbar gemacht werden, die natürlichen Bodenverhältnisse können innerhalb eines kleinen Flächengebietes zweckmässiger ausgenutzt, das vorhandene Gefälle ausgiebiger verwerthet werden, die Ausführung kann nach und nach geschehen unter geringerer finanzieller Belastung des Stadtsäckels, als wenn grössere Stadttheile in ein System gezogen werden."

Nach einer Berechnung wird der Ertrag des Rieselfeldes auf 30 000 M. und eine Ersparniss für Strassenreinigung und Strassenbau von 64 800 M. durch dieses Radialsystem Nr. III jährlich erzielt.

Für dieses bereits fertig gestellte Radialsystem ist in einer Entfernung von 14 000 m von Berlin ein Stück Land von circa 8 Millionen qm, welches für eine Bevölkerung von 350 000 Menschen ausreichen soll, angekauft worden.

§ 23. Die Durchlässe.

5) einfache Objecte.

Die Bauwerke, welche das Wasser von einer Seite des Erdkörpers zur andren leiten, nennt man Durchlässe, wenn ihre Lichtweite das Maass von 2 m nicht überschreitet, Brücken, wenn die Lichtweite der Objecte über 2,0 m beträgt.

Sowol die Durchlässe, als auch die Brücken gehören eigentlich nicht hierher; wenn wir aber dennoch hier von den Durchlässen einige der einfachsten Constructionen aufführen, so geschieht es, um von allen Entwässerungsanlagen wenigstens gesprochen zu haben.

Digitized by Google

Man unterscheidet bei einem Durchlass:

1) den Canal oder Schlauch,

2) die Stirn nebst den Flügeln.

Je kürzer man unter einem Erdkörper den Schlauch anlegt, desto stärker muss das Stirn- und Flügelmauerwerk werden. Im Allgemeinen wird man am billigsten construiren, wenn man einen langen Schlauch anlegt und also geringeres Stirn- und Flügelmauerwerk nöthig hat.

Bei Ausführung von kleinen Durchlässen sind folgende Regeln zu beachten:

1) die Sohle des Canales muss sorgsam gepflastert und das Pflaster dem Erdkegel oder Flügelmauern an den Ein- und Ausmündungsstellen gut angeschlossen werden.

2) zur Verhinderung von Unterspülungen sind etwa 0,6 bis 1,0 m hohe und 0,6 m starke sogenannte Heerdmauern (h in Fig. 29, 32, 34) anzulegen in Entfernungen von etwa 4—5 m.

3) das Gefälle der Sohle des Durchlasses muss mit dem Gefälle in der Grabensohle übereinstimmen oder etwas grösser sein, damit sich in dem Durchlasse keine Sinkstücke ablagern können.

4) die Abdeckung der kleinen Durchlässe geschieht durch eine Steinplatte, welche auf jeder Seite der Wangenmauern etwa 10—20 cm aufliegt.

Allgemein gelten für die kleinen Platten-Durchlässe die Werthe:

a) Plattenlänge $= (l+0{,}4)^m$ im Mittel.

b) Lichtweite $l = 0{,}3—1{,}0$ m (ausnahmsweise 1,5 m).

c) Deckelhöhe $h = 0{,}15—0{,}30$ m (ausnahmsweise 0,35 m).

d) Wangen- oder Widerlagsmauer $m = 0{,}3 + 0.4\,H$, wenn H die ganze Höhe des Durchlasses bezeichnet. Daraus findet sich $m = 0{,}6—0.8$ m, was einer Höhe des Durchlasses von 0,75—1,25 m entspricht.

e) Sohlenstärke $f = 0{,}3—0{,}5$ m (Pflasterung).

Solche kleinen Plattendurchlässe, die für kleine Wassermengen vielfach ausgeführt werden, zeigen die Figuren 28—35*); dieselben stellen drei verschiedene kleine Plattendurchlässe mit Grundriss und Durchschnitt dar.

*) Entlehnt dem Werke von Ahlburg, „der Strassenbau" S. 143.

Digitized by Google

Fig. 28.

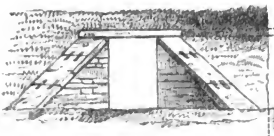
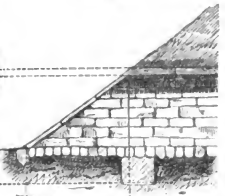


Fig. 29.



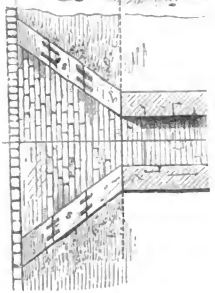


Fig. 30.

Fig. 31.

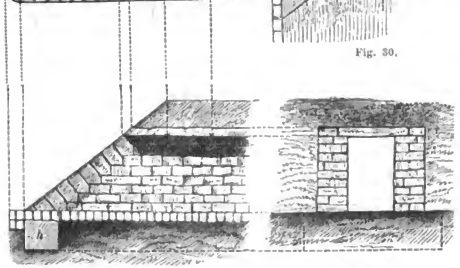


Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

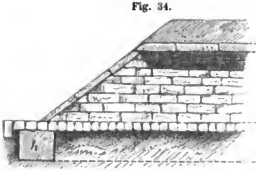
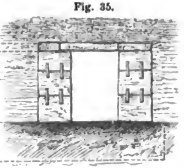


Fig. 35.



Digitized by Google

5) sind die vorhandenen Platten zu klein, oder erfordert die Wassermenge eine grössere Durchflussweite, so kann man Zwillingsplattendurchlässe anordnen, d. h. zwei kleine Plattendurchlässe nebeneinander legen, die nur durch einen kleinen Pfeiler von einander getrennt sind. Grössere Durchlässe müssen überwölbt werden. — Kleinere Steinplatten kann man auch verwenden, wenn man die oberen Steine der Wangenmauern auskragt.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Geräthe und Maschinen zum Strassenbau.

§ 24. Eintheilung.

Bei der Ausführung des Strassenbaues hat man eine Menge von Geräthen (auch Gezähe genannt) und Maschinen nöthig, die man in folgende Gruppen zusammenstellen kann:

1) zur Lösung des Erdbodens dienende Geräthe. Hierzu gehören die Schaufel, der Spaten, die Spitz-, Breit- und Kreuzhacke, die Brecheisen und Hämmer, Steinbohrer, Keile u. s. w.
2) zum Transport der gelösten Erdmassen und Gesteine: Schiebekarren, Handkippkarren, Pferdekippkarren.
3) zur Zubereitung des Materiales: Steinschlaghämmer, Siebe, Kiessortirungsmaschinen, Steinbrechmaschinen.
4) zur Anfertigung der Steinbahn: Schablonen, Tracirleinen mit eisernen Stäben, Mollen, Forken, Pflasterhämmer.
5) zur Vollendung der Steinbahn: Rammen und Walzen.
6) Zur Unterhaltung und Reinigung der Strasse: Schneeschaufeln, Eispicken, eiserne und hölzerne Kratzen, Besen, Kehr- und Abzugsmaschinen, Sprengwagen.

Ausser den hier genannten Geräthen, Werkzeugen und Maschinen giebt es aber noch manche andre, die wir im Folgenden nur flüchtig oder gar nicht besprechen wollen, weil sie entweder

Digitized by Google

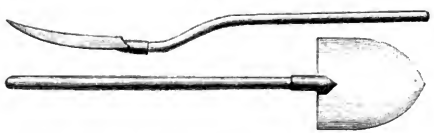
so unbedeutend sind, dass sie nicht besprochen zu werden brauchen, oder Jedem schon so bekannt sind, dass es unnütz wäre, sie hier ausführlich zu behandeln.

I. Geräthe zur Lösung des Erdbodens.

§ 25. Schaufel, Spaten, Spitz-, Breit- und Kreuzhacke, Brecheisen, Hämmer, Steinbohrer, Keile, Minensprengungen u. s. w.

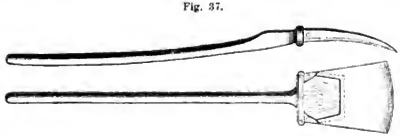
Bei lockerem Boden, zu dem man vorzugsweise die Gartenerde, feinen Sand, Torf und auch Moor rechnet, bedient man sich der Schaufel. Bei dichterem Boden, der namentlich mit Lehm stark vermischt ist, verwendet man gewöhnlich den Spaten (Fig 36). Dieser eiserne Spaten und auch

Fig. 36.



die Schaufel, welche mehr löffelartig gestaltet ist, nur eine geringe Dicke, aber eine sehr stark abgerundete Schneide hat, eignet sich nicht gut zur Lösung von festem Erdboden, sondern dort benutzt man mit Erfolg eine Combination von Spaten und

Fig. 37.



Schaufel, die sogenannte schlesische Schippe, deren Blatt mit dem hölzernen Stiele aus einem Stücke besteht (Fig. 37).

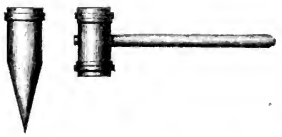
Digitized by Google

Dieses Blatt, das sehr kräftig construirt sein muss, hat die Wirkung eines Keiles. Da der Arbeiter mit dem Fusse diese Schippe fest in den Boden eintreiben kann — denn das Obertheil der Schippe ist zu diesem Zwecke breit genug hergestellt —, so wirkt die Schippe schneidend und zugleich ablösend.

Kommen bei Anlegung einer neuen Strasse etwa hohe Wände vor, die abgetragen werden müssen, so ist es nach Henz*) zweckmässiger, statt der Schippen Keile zu verwenden, mit denen man grössere Massen gleichzeitig ablösen kann, welche beim Hinunterfallen sich von selbst in verladungsfähige Stücke zertheilen oder doch mit Leichtigkeit in kleinere Stücke zerschnitten und zerschlagen werden können.

Diese Keile bestehen aus Holz (Fig. 38) und werden mit hölzernen Schlägeln (Fig. 38 a.) eingetrieben. Die Holzkeile haben bei leichterer Theilbarkeit des Bodens eine Länge von etwa einem Meter und einen Durchmesser von 25 cm; bei schwererer Theilbarkeit des Bodens nimmt man grössere und stärkere Keile, deren Länge 1,5 m und deren Dicke 0,30 m beträgt. Die Holzschlägel haben dementsprechend einen Durchmesser von 35 bis 40 cm. Die Keile werden je nach der Theilbarkeit des Bodens auch enger oder weiter von einander gestellt und bewegen sich hiernach die Grenzen zwischen 1∼2 m. Parallel zu dem oberen Rande werden dann ebenfalls Holzkeile in Entfernungen von 1∼2 m (und mehr) möglichst gleichmässig eingetrieben, und dann die keilförmige Abspaltung des Bodens vorgenommen. —

Fig. 38. Fig. 38 a.



Bei festeren und allerfestesten Bodenarten genügen aber die bisher besprochenen Geräthe nicht; hier müssen die eisernen Hacken, deren Stiel aus Hartholz besteht und elliptischen Querschnitt hat, verwendet werden. Gewöhnlich erfolgt die Lösung mit der Platthacke oder Breithacke (Fig. 39) und zwar stets da, wo die vorhererwähnten Geräthe nicht mehr mit Erfolg benutzt werden können. Bei losem Gesteine

*) Henz, Anleitung zum Erdbau.

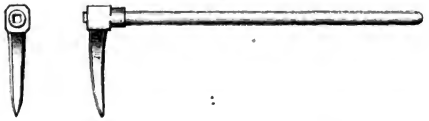
Digitized by Google

wird von den Hacken vorzugsweise die Spitzhacke (Fig. 40) verwendet, die nur ein Gewicht von etwa 5 kg hat, gut zugespitzt und vorzüglich gehärtet sein muss. Die Spitzhacke dient namentlich für kleineres Gerölle.

Fig. 39.

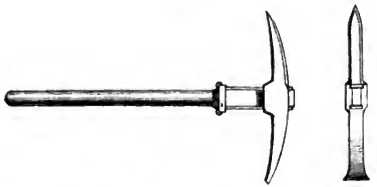
Zeigt das Gestein grösseres Gerölle und kann deshalb die Spitzhacke nicht mit Erfolg mehr benutzt werden, so wählt

Fig. 40.



man die Kreuzhacke oder Keilhaue (Fig. 41), die ein Gewicht von 5 — 10 kg hat und aus Eisen mit verstählter Spitze

Fig. 41.



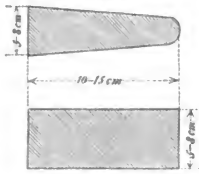
besteht; auch sollen Spitzhacken aus Gussstahl von 2,5 bis 3 kg Schwere mit Vortheil hierfür angewendet worden sein; sie haben eine ausserordentlich lange Dauer.

Bei festem Gesteine verwendet man die Brecheisen, welche stets grössere Steine lösen, die dann erst durch grosse Hämmer von 9 — 10 kg Schwere in kleine Stücke zerschlagen werden müssen, um transportfähig zu werden. Andre Ingenieure

Digitized by Google

halten das Eintreiben von eisernen Keilen mit Treibfäusteln in das feste Gestein für zweckmässiger; es dient dann die Brechstange, die ein Gewicht von 13—18 kg hat, lediglich nur zum Herausbringen der gelösten Partien. Die Eisenkeile haben eine Höhe von 10—15 cm und eine Breite von 5—8 cm. In schwer spaltbarem Gesteine wendet man besser stumpfe Keile an (Fig. 42). — Die Brechstange ist gewöhnlich 1,5 m lang und hat einen Durchmesser von 3—4 cm. — Der Treibfäustel (Schlägel) hat ein Gewicht von 3—6 kg, je nach der leichteren oder schwereren Spaltbarkeit des Gesteines.

Fig. 42.



In neuerer Zeit hat man aber bei Gesteinsboden vortheilhafter Minensprengungen vorgenommen, die sogar bei den festeren Bodenarten versucht wurden, doch von keinem Erfolge waren.

Bei losem Gestein bewährten sich die Minensprengungen besser, dagegen sind ausserordentliche Erfolge bei festem Gestein mit Sprengungen erzielt worden, namentlich bei Tunnelbauten.

Bei festerer Verbindung des Gesteines genügt etwa 40—50 kg Pulver, bei weniger fester Verbindung sogar nur 12—25 kg. Eine bei Weitem grössere Wirkung hat aber das Dynamit; man rechnet, 1 kg Dynamit habe eine Wirkung wie 8 kg Schwarzpulver. Das Dynamit hat auch den Vorzug, dass es weniger Bohrlöcher erfordert. Diese Bohrlöcher haben einen Durchmesser von etwa 2,5 cm und werden hergestellt durch Eisenbohrer, die mit Schlägeln oder Fäusteln in das Gestein getrieben werden. Der Bohrer ist am besten ganz aus Stahl hergestellt oder es besteht nur der Nacken und der Kopf des Bohrers (Ober- und Unterende) aus Stahl, während der Schaft (die Bohrstange) aus Schmiedeeisen hergestellt ist. Eisenbohrer ohne jede Verstählung sind nicht zu gebrauchen. Da der Eisenbohrer bei der Arbeit stets gedreht wird, so ist der achteckige Querschnitt der beste, der kreisrunde der schlechteste. Gewöhnlich verwendet man bei der Bohrarbeit den Meisselbohrer, der wegen seiner flachen Schneide eine grosse angreifende Fläche und also bessere Wirkung hat. Im Strassen-

Digitized by Google

bau begnügt man sich stets mit der Handbohrarbeit. Nur im Tunnelbau wendet man seit wenigen Jahren die Bohrmaschinen mit einigem Erfolge an.

II. Geräthe zum Transporte der gelösten Erdmassen und Gesteine.

Schiebekarre, Handkippkarre, Pferdekippkarre.

§ 26. Schiebekarrentransport.

Die Ladungsfähigkeit der Schiebekarre (auch Schubkarre oder Kummkarre genannt) hängt selbstverständlich ab von der Construction derselben. Diese Construction der Schubkarre ist sehr verschieden in den einzelnen Ländern, sie richtet sich nach der Bodenart, auf welcher der Transport demnächst stattfinden soll. Eine Karre, für ebenen und festen Boden (Fahrbahn) bestimmt, wird eine andere Construction zeigen als eine Karre, welche später auf unsren gewöhnlichen, fast stets unebenen und weniger festen Fahrbahnen benutzt werden soll. Nach dem Boden richtet sich vor allen Dingen die Grösse der Räder, und zwar kann man dieselbe um so geringer annehmen, je glätter und fester die Fahrbahn ist.

Aus praktischen Gründen lässt man aber den Durchmesser der Räder stets nur gering sein; es lässt sich dann die Karre mit ihrer Ladung besser umstülpen und leichter wieder aufrichten; vor allen Dingen aber vermindert sich bei Karren mit kleinen Rädern das zu tragende Ladegewicht bedeutend, weil der Schwerpunkt der Ladung dem Stützpunkte in der Radachse näher liegt.

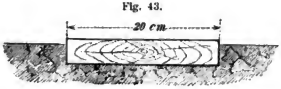
Bei guter Bahn, wo also der Reibungswiderstand gering ist, ist es erwünscht, dass möglichst das ganze Gewicht auf das Rad gebracht wird, d. h. der Schwerpunkt der Ladung möglichst nahe der Radachse liegt, um den Arbeiter zu entlasten. Für diese Fahrbahn kann man das Hebelverhältniss zwischen Last und Kraft von 4:1 wählen, so das also auf dem Rad $\frac{4}{5}$ der Last und auf dem Arbeiter nur $\frac{1}{5}$ der Last ruht. Bei weniger guter Bahn muss die Construction der Karre so angeordnet sein,

Digitized by Google

dass das Hebelverhältniss zwischen Last und Kraft sich verhält wie 3 : 1, so dass also auf die Radachse $\frac{2}{3}$ der Last, dagegen nur $\frac{1}{3}$ auf die Hände des Arbeiters oder vielmehr durch das Tragband auf den Rücken des Arbeiters übertragen werden (nach Henz). Je schlechter aber der Boden ist (namentlich wenn ohne Laufbahn der Transport vollzogen wird), desto mehr muss das Karrenrad entlastet werden.

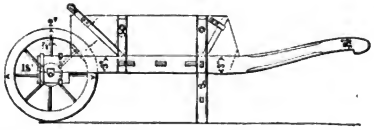
Hieraus ergiebt sich, dass es sehr zweckmässig ist, wenn man sich eine ebene Fahrbahn durch Bretter oder besser durch Bohlen verschafft. Diese Bohlen — am besten aus Eichen- oder Buchenholz bestehend*) — sind etwa 20 cm breit und 4 bis 6,5 cm hoch. An die Stösse werden kleine Klötze genagelt und seitlich werden kleine Pfähle eingetrieben, welche die Fahrbahnbohlen gegen seitliche Verschiebung sichern. Einfacher lässt sich dies durch Einschneiden der Bohlen in den Erdboden bewirken (Fig. 43). An den Enden erhalten die Bohlen ein eisernes Band, um ein Aufspalten zu verhindern; auch zieht man zu dem Zweck dünne Schrauben durch. —

Fig. 43.



Eine Karre, die sich namentlich beim Bau der hannoverschen Eisenbahnen sehr bewährt hat, zeigen Fig. 44 und 45. Diese

Fig. 44.



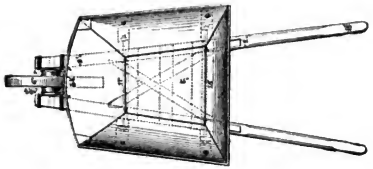
Zeichnungen sind Rühlmanns Allgemeiner Maschinenlehre, Band II entlehnt; daselbst finden sich auch noch andre brauchbare Karrenconstructionen; namentlich möchten wir auf

*) Diese Holzarten liegen wegen ihrer grösseren Schwere fester und bleiben am längsten glatt. Weniger gut sind die oftmals verwendeten Karrfahrten aus Pappelholz; ganz ungeeignet jedoch Nadelholz. Für 100 laufende Meter Fahrbahn werden im Durchschnitt 100 — 180 M. zu zahlen sein.

Digitized by Google

die neuerdings sehr beliebt gewordenen eisernen Karren, welche in nicht weniger als 33 verschiedenen Modellen von C. Blum-

Fig. 45.



hardt auf Simonshaus bei Vohwinkel (Rheinprovinz) fabrizirt werden, ganz besonders aufmerksam machen. —

Eine gut construirte Karre kann jedes Mal etwa **100** kg Ladung fortschaffen. Nehmen wir nun an, dass das Gewicht eines Cubikmeters Boden **1200 — 1800** kg beträgt, so sind je nach der Bodenart **12 — 18** Ladungen zu einem Cubikmeter nöthig (s. weiter unten).

Auf horizontalem Boden, bei guter Karrenbahn, bei Accordarbeit und gutem Wetter kann man nach Rühlmann die Geschwindigkeit des Schiebekarrentransportes zu **1**,02 m pro Secunde annehmen, bei schlechtem Wetter u. s. w. selbstverständlich weniger. Dieses Maass ist wol etwas zu hoch gegriffen und dürfte nach den Beobachtungen des Verf. dieses Werkes die Geschwindigkeit nur zu **1**,0 m pro Secunde im Durchschnitt angenommen werden können.

Beim Transport auf fallender Strecke nimmt die Geschwindigkeit zu, auf Steigungen nimmt sie ab und zwar beträgt dieselbe:

auf Steigungen	von	**1:30**	etwa	**0**,99	m	pro	Secunde
„	„	„	**1:20**	„	**0**,96	„	„	„
„	„	„	**1:16**	„	**0**,93	„	„	„
„	„	„	**1:12**	„	**0**,79	„	„	„
„	„	„	**1:8**	„	**0**,56	„	„	„

Die Transportkosten berechnen sich bekanntlich*) nach der Formel:

*) Siehe Launhardt, „Das Massennivellement" 1877, S. 10. Hannover.

Digitized by Google

(A) $$K = \frac{na}{600}\left(t + \frac{2l}{v}\right),$$

worin a den Lohn für eine Tagesschicht von 10 Stunden reiner Arbeit bedeutet, n die Anzahl der Ladungen bezeichnet, welche zum Transporte eines Cubikmeters Boden erforderlich sind, l die Transportlänge in Metern, v die Transportgeschwindigkeit in der Minute in Metern, und t die erforderliche Zeit in Minuten für das Aufnehmen der Karre am Gewinnungsort und das Ausstürzen derselben am Abladeplatze angiebt.

Man kann nun für n etwa folgende Werthe annehmen:

a) bei leichten Bodenarten $n = 12$
b) „ mittleren „ $n = 15$
c) „ Felsboden „ $n = 18$

Die Zeit t nimmt die Rheinische Bahn zu etwa 0,5 Minuten an, während Menadier für $t = 2$ und Launhardt für $t_{max} = 1{,}5$ Minuten setzt (bei einer Transportweite von 200 m). Wir wollen im Mittel für leichten Boden $t = 1{,}25$

für mittleren Boden } $t = 1{,}5$ setzen.
für Felsboden }

Ferner wollen wir den Arbeitslohn für 10stündige Tagesarbeit $a = 2$ Mark festsetzen und die Geschwindigkeit pro Minute im Durchschnitt zu **70 m** annehmen, (indem wir die minutliche Geschwindigkeit beim Hintransport nach unsrer obigen Angabe zu 60 m, beim Rücktransport [mit leerer Karre] zu 80 m annehmen und das arithmetische Mittel aus beiden Werthen ziehen); dann haben wir:

(I) für leichten Boden:

$$K = \frac{200 \cdot 12}{600}\left(1{,}25 + \frac{l}{35}\right) = 5 + 0{,}114\ l \text{ Pfennige.}$$

(II) für mittleren Boden:

$$K = \frac{200 \cdot 15}{600}\left(1{,}5 + \frac{l}{35}\right) = 7{,}5 + 0{,}143\ l \quad \text{„}$$

(III) für Felsboden:

$$K = \frac{200 \cdot 18}{600}\left(1{,}5 + \frac{l}{35}\right) = 9 + 0{,}17\ l \quad \text{„}$$

d. h. die Formeln, nach denen sich die mittleren Transportkosten auf völlig horizontaler Bahn berechnen lassen. Im Allgemeinen dürften die hieraus resultirenden Werthe mit den Erfahrungsresultaten übereinstimmen, z. B. sei $l = 100$ m,

Digitized by Google

so haben wir für (I) = 16,4 Pf.; für (II) = 21,8 Pf.; für (III) = 26 Pf.; im Mittel als **21**,4 Pf. Henz nimmt im Mittel 19 Pf. an, die Rheinische Bahn 23 Pf.; Menadier 22 Pf.; hieraus das arithmetische Mittel gezogen giebt **21**,3 Pf. — Ist $l = 200$ m, so erhält man aus den 3 Formeln den Mittelwerth von **36**,3 Pf.; nach den Angaben Launhardts*) hat man dafür im Mittel **36** Pf. anzunehmen. — — —

Nach Winkler ist die gleichwerthige horizontale Länge l_0, welche einer im Steigungsverhältnisse s liegenden Strecke von der Länge l entspricht:

$$\text{(IV).} \quad l_0 = (1 + 13\,s + 325\,s^2)\,l$$

und für eine mit s fallende Strecke:

$$\text{(V).} \quad l_0 = (1 + 9\,s + 106\,s^2)\,l,$$

woraus sich in jedem einzelnen Falle durch Einsetzen des gefundenen Werthes in die Gleichungen I. II oder III die Transportkosten leicht berechnen lassen. —

Auf Entfernungen von **1** m — **40** m wird der Transport durch Schaufelwurf zweckmässiger vorgenommen werden können. Das Werfen des Bodens kann auf **3** — **6** m Weite und bis zu einer Höhe von **1**,5 ∼ **3** m erfolgen. Das Werfen geschieht durch den Spaten oder durch die schlesische Schippe. Es eignet sich die letztere namentlich für lockere Bodenmassen wegen ihrer löffelartigen Form. Der sogenannte Stichboden, auch milder oder fetter Boden genannt, (Lehm, Darg, Klai, Acker- und Gartenerde, weicher Thon), und kleines Gerölle eignen sich ganz besonders zum Werfen, kurz! alle Bodenarten, die eine grosse Cohäsion besitzen. — Ein einmaliger Wurf wird nicht besonders bezahlt, sondern muss im Lohnpreis mit eingeschlossen

---

*) Launhardt entwickelt in seiner soeben erwähnten Broschüre eine ähnliche Formel für mittlere Bodengattungen; sie lautet:

$$K = 4 + 0{,}15\,l.$$

Da aber diese Formel ganz allgemein für mittleren Boden aufgestellt ist, so sie ist für leichten oder Felsboden nicht anwendbar. Ferner nimmt Launhardt v zu 75 m pro Minute an, eine Geschwindigkeit, wie sie nur bei fleissigen Arbeitern erzielt werden kann; auch scheint der aus seiner Formel resultirende Werth für t den praktischen Erfahrungen nur bei grösseren Transportlängen zu entsprechen; bei $l = 30$ m erhält derselbe z. B. nur 0,9 Minuten, was doch wol der Wirklichkeit weniger entsprechen dürfte.

Digitized by Google

sein. Auf Entfernungen von mehr als 6 m und Höhen von mehr als 1,5 m ist mehrfacher Wurf nöthig, der dann aber bezahlt werden muss. (Siehe Transportkostentabelle im § 29, Bemerkung; ferner Erdbau, Abschnitt II. Lösung des Bodens.)

Auf Entfernungen von mehr als **150** m (bis höchstens **200** m) genügt die Schubkarre nicht mehr zum Transport der gelösten Bodenmassen.

Bei grösseren Erdarbeiten stellt man Colonnen von **12** bis **25** Arbeitern her, die dicht aufeinanderschliessend den Transport besorgen.

Bei nasser Witterung, sowie bei starkem Frost und Glatteis muss man die Karrdielen mit Sand bestreuen, namentlich wenn auf der Transportstrecke starke Gefälle vorkommen. Durch dieses Bestreuen wird die Reibung und dadurch die Zugkraft vermehrt, was auch eine wesentliche Vergrösserung der Transportkosten zur Folge hat.*) (S. Kostentabelle im § 29.)

§ 27. Der Handkippkarrentransport.

Bei Transportweiten von mehr als **200** m und bis zu **500** m, ja sogar **600** m wählt man statt der Schiebekarre die Handkippkarre, mit welcher bei gleicher Arbeitskraft eine grössere Leistung**) erzielt werden kann.

Die Handkippkarren sind zweirädrige Karren mit einer Achse. (S. Fig. 46—48.) Der Raddurchmesser beträgt etwa 1,0 — 1,25 m. Der Radkasten muss so lang gebaut sein, dass das hintere Ende beim Umkippen des Karrens noch auf den Erdboden stösst, und also die Deichsel unter einem Winkel von 45° in die Höhe steht. Der Karren ist so eingerichtet, dass das Hinterbrett desselben an der Abladestelle herausgezogen werden kann.

*) Die Anschaffungskosten der Schiebekarren sollen nach Abzug ihres Werthes bei der Beendigung der Arbeiten etwa 7% nur betragen, dagegen sind für die Unterhaltungskosten 5% in Anrechnung zu bringen.

**) Nach Henz kann ein Mann auf 160 m Entfernung mit dem Schubkarren täglich 5—6 cbm Boden transportiren, während 2 Arbeiter mit einer Handkippkarre bei derselben Entfernung 15 cbm täglich transportiren können, so dass sich der Effect für den einzelnen Arbeiter ganz bedeutend steigert.

Digitized by Google

Der Handkippkarren wird von 2 Arbeitern gezogen; nur auf grösseren Steigungen als **1 : 100** sind 3 Arbeiter zu verwenden, von denen dann der eine den Karren hinten schiebt. Ein vierter

Fig. 46.*)

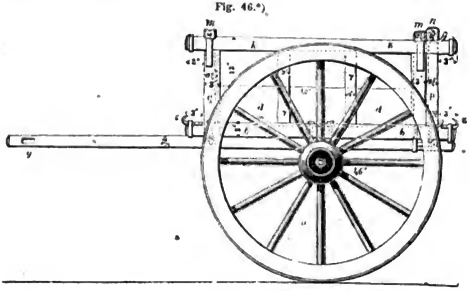
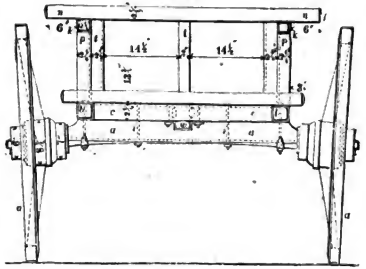


Fig. 47.



Arbeiter ist an der Absturzstelle placirt, um das Umkippen durch Hochwerfen der Deichsel zu vollziehen; er heisst der „Kipper".

Für die Handkippkarrentransportkosten ist die in vorhergehendem Paragraphen angegebene Formel (A) zu benutzen, nur hat man zu setzen im Durchschnitt:

für $n = 3$, für $v = 80$ m, für $a = 5$ M. und für $t = 3$.

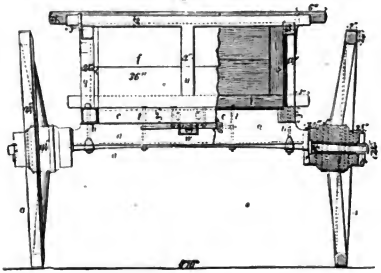
Die Anschaffungskosten können für diese Transportart zu 10%, die Unterhaltungskosten zu 7,5% angenommen werden. —

*) Die in den Figg. 46—48 eingeschriebenen Masse sind Hannoversche. (S. Vorrede.)

Digitized by Google

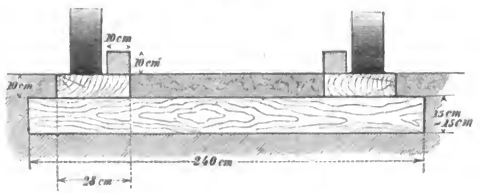
Auch bei diesen Karren wird eine hölzerne Fahrbahn aus 8 — 13 cm starken und 20 cm breiten Bohlen geschaffen, welche bis zu ihrer Oberkante in den Erdboden eingebettet und unterstopft sind. An beiden Innenseiten der Karrdielen nagelt

Fig. 48.



man 5 cm starke Schutzleisten auf, damit die Räder stets auf den Bohlen bleiben. An den einander gegenüber liegenden Stössen der Bohlen (einmal auch noch in der Mitte der Bohlen) werden Querbohlen untergelegt.*) (Fig. 49.)

Fig. 49.



Statt dieser hölzernen Bohlen nimmt man aber zweckmässiger eiserne Fahrplatten, die aus Flachschienen von 23 cm Breite und 1 cm Dicke, mit 1,5—2 cm aufgekrämpeltem Rande (Fig. 50) bestehen. Sie haben in der Bahn runde Löcher und werden auf Schwartbrettern gestossen. Sie haben vor den Holzbahnen den

*) Die zur Karre gehörende Fahrbahn kostet (nach Henz) für 8 × 20 cm starke Bohlen, Unterlaghölzer in 2 m Entfernung und aufgenagelte Leisten pro laufenden Meter 3 — 4 M.

Digitized by Google

grossen Vorzug, dass die rollende Reibung auf ihnen geringer, die Dauer aber bedeutend länger ist.*) — —

Fig. 50.

Die Grenzweite, bei welcher der Kippkarrentransport billiger wird als Schubkarrentransport, nimmt Launhardt an zu:

(VI) $l_1 = \frac{9}{0{,}09 + 0{,}8\,s + 28\,s^2}$ für ansteigende Bahn.

(VII) $l_1 = \frac{9}{0{,}09 + 0{,}2\,s + 5\,s^2}$ für fallende Bahn.

Hiernach wird

für eine Steigung von $0{,}04 \ldots l_1 = 54$ m
„ „ „ „ „ $0{,}02 \ldots l_1 = 77$ m
„ „ „ „ „ $0{,}01 \ldots l_1 = 89$ m
„ horizontale Bahn $l_1 = 100$ m
„ ein Gefälle von $0{,}01 \ldots l_1 = 98$ m
„ „ „ „ $0{,}02 \ldots l_1 = 98$ m
„ „ „ „ $0{,}04 \ldots l_1 = 100$ m

Vergleiche auch hiermit die Transportkostentabelle im § 29.

§ 28. Der Pferdekippkarrentransport.

Bei Transportweiten von mehr als 500 m oder grösseren Steigungen als 1:100 kann man aus Menschlichkeitsgefühl nicht gut mehr Arbeiter zum Fortbewegen der Karre verwenden, sondern muss statt dieser die Zugkraft der Pferde benutzen.

*) Henz behauptet, dass diese Flachschienen, da sie immer im Gebrauche sein können, auch bei vollendetem Strassenbau als Eisen immer noch einen Werth von 40% ihrer Anschaffungskosten haben; deshalb sind sie trotz der ersten hohen Anschaffungskosten billiger als Holzbohlen und können deshalb bestens bei grösseren Erdarbeiten empfohlen werden. Diese Fahrschienen, welche auf jedem Walzwerke hergestellt werden können, wiegen pro laufenden Meter etwa 100 kg und kosten loco Hütte etwa 12 M. — Nicht empfehlenswerth ist die Verwendung von Eisenbahnschienen, weil bei diesen bleibende Durchbiegungen entstehen. Sie sind deshalb auf der Baustelle zu untersagen.

Digitized by Google

Am zweckmässigsten ist es, wenn die Karren — die übrigens ähnlich wie die Handkippkarren construirt sind — die Grösse und Ladungsfähigkeit besitzen, dass ein Pferd zwei (bis drei) zusammen gekuppelte Karren ohne grosse Mühe ziehen kann. Gewöhnlich haben die beiden Karren zusammen einen Cubikmeter Ladung (bei Steinen nur etwa $^3/_4$ cbm). Die Geschwindigkeit der Pferde beträgt in der Secunde 1,25 m beim Hintransport; beim Rücktransport kann das Pferd mit den leeren Karren zumeist im Trabe laufen.

Die Dauer einer Karrenfahrt richtet sich natürlich nach der Länge der Transportstrecke, im Mittel kann man etwa eine Viertelstunde dafür anschlagen. Hiernach lässt sich die Leistung berechnen und nimmt dafür Henz an, dass ein Pferd täglich:

auf	**350**	m	Entfernung	**30**	cbm	transportiren	kann.
„	**550**	„	„	**24**	„	„	„
„	**750**	„	„	**20**	„	„	„
„	**950**	„	„	**18**	„	„	„
„	**1150**	„	„	**15**	„	„	„
„	**1500**	„	„	**12**	„	„	„

Auch hierbei sind hölzerne Karrdielen nöthig (Fig. 49). Dieselben haben eine Dimension von 28×10 cm, und bestehen aus 4,5 — 5 m langen Schwellen, welche in der Mitte und an den Stössen durch 2,4 m lange und 30 cm breite und $13 \sim 15$ cm starke Querschwellen unterstützt werden. Die Bohlen tragen auf den Innenkanten Schutzleisten von 10 cm Höhe. Die Karrdielen für die zurückkehrenden, leeren Karren haben eine Dimension von 8×28 cm und tragen oben ebenfalls Schutzleisten; doch sind sie nur an den Stössen durch Querschwellen unterstützt.*)

Besser sind hier wiederum die eisernen Flachschienen, die hier gewöhnlich 160×25 mm stark sind.

Da der Kippkarrentransport mit Pferdebetrieb immer mehr und mehr ausser Gebrauch kommt, so möge Vorstehendes über ihn genügen. —

Bei den allergrössesten Erdarbeiten wird der Transport der gelösten Erdmassen billiger durch:

*) Nach Henz kostet eine Karre, die übrigens auf grösseren Steigungen mit einer Bremse versehen sein muss, 180 M.; 1 qm Bohlenbelag 3 — 4 M, Fahrbahn pro laufenden Meter 5—6 M; Fahrbahn für den Rücktransport (leere Wagen) 3,5 — 4 M.

Digitized by Google

1) Arbeitseisenbahnen mit Pferdebetrieb,
2) Arbeitseisenbahnen mit Locomotivbetrieb,
3) auf definitiver Bahn mit Locomotivbetrieb

erfolgen. Da aber diese Transportarten vorzugsweise nur beim Eisenbahnbau vorkommen, so genügt es, wenn wir ihrer hier nur kurz gedenken!

§ 29. Transportkostentabelle.

(Siehe auch: Fuhrkostentabelle im Anhang VIII.)

In dem von uns schon mehrere Male erwähnten ausgezeichneten Werke von Henz, „Praktische Anleitung zum Erdbau" 1873, dritte Auflage, umgearbeitet von W. Streckert, das wir als beste Quelle bei diesen Transporten verschiedentlich benutzt haben, finden sich mehrere Transportkostentabellen, welche sich mit einigen Abänderungen folgendermassen zusammenfassen lassen.

Transportkostentabelle XIX.

Transportweite in Metern	Schiebekarre		Handkippkarre		Pferdekippkarre								Bemerkungen
					Erdmaterial				Steinmaterial				
	Erd-	Stein-	Erd-	Stein-	Anzahl der täglichen Reisen	Gelieferte einfache Zahl bei Doppelkarren im Abtrag gemessen	Arbeitslohn	Vor- u. Unterhaltung der Geräthe	Gesammt-Transportkosten	Gelieferte einfache Zahl bei Doppelkarren im Abtrag gemessen	Arbeitslohn	Vor- u. Unterhaltung d. Geräthe	Gesammt-Transportkosten	
	Material		Material		in deutschen Reichspfennigen pro Cubikmeter									
40	14	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bei Steigungen sind für 1 m Steigung 30 m der Transportweite zuzusetzen. — Unter 40 m Transport ist je nach der Lage der Arbeit mehrfacher Wurf des Bodens in Rechnung zu stellen. — Der Arbeits-
60	18	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	21	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
100	24	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
120	28	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
140	31	37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
160	34	41	27	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
180	38	45	28	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
200	41	49	29	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
250	48	58	33	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
300	58	69	36	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
350	—	—	39	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Digitized by Google

Transportweite in Metern	Schiebekarre		Handkippkarre		Pferdekippkarre									Bemerkungen
					Erdmaterial					Steinmaterial				
	Erd-Material	Stein-	Erd-Material	Stein-	Anzahl der täglichen Fahrten	Geförderte ebm. Zahl bei Doppelkarren im Antrag gemessen	Arbeitslohn	Vor- u. Unterhaltung d. Geräthe	Gesammt-Transportkosten	Geförderte ebm. Zahl bei Doppelkarren im Antrag gemessen	Arbeitslohn	Vor- u. Unterhaltung d. Geräthe	Gesammt-Transportkosten	
	in deutschen Reichspfennigen pro Cubikmeter													
400	—	—	43	50	25	25	23	15	38	20	29	15	44	Lohn versteht sich exclusive Lösen und Laden. — Die Preise sind von uns auf l'fennige abgerundet, weil sie doch nur als Durchschnittswerthe betrachtet werden können.
450	—	—	46	54	24	24	24	15	39	19	30	15	45	
500	—	—	49	60	23	23	25	15	40	18,7	31	15	46	
550	—	—	53	62	22	22	26	15	41	17,5	32	15	47	
600	—	—	56	65	21	21	27	15	42	16,8	34	15	49	
650	—	—	59	69	20	20	28	15	43	16	35	15	50	
700	—	—	63	73	19	19	29	15	44	15,2	37	15	52	
750	—	—	66	77	19	19	30	15	45	14,8	38	15	53	
800	—	—	69	82	18	18	31	15	46	14,4	40	15	55	
900	—	—	—	—	17	17	33	15	48	13,6	43	15	58	
1000	—	—	—	—	15	15	36	15	51	12,0	46	15	61	
1100	—	—	—	—	14	14	39	15	54	11,2	49	15	64	
1200	—	—	—	—	13	13	42	15	57	10,4	52	16	68	
1400	—	—	—	—	12	12	45	15	60	9,6	56	17	73	
1600	—	—	—	—	11	11	48	15	63	8,6	60	18	78	
1800	—	—	—	—	10	10	53	16	69	8,0	66	19	85	

In dieser Transportkostentabelle ist für die Schubkarre und für die Handkippkarre ein Tageslohn von 2 M., für die Pferdekippkarre ein solcher von 5 M. (für ein Pferd und einen Führer) zu Grunde gelegt. Ausserdem ist bei dieser letzteren Transportart noch 3 Pf. Zusatz pro Cubikmeter Lehm, 4 Pf. pro Cubikmeter Steinmasse auszustürzen und 30 % des Arbeitslohnes für Vor- und Unterhaltung der Geräthe zugerechnet. Bei den beiden ersteren Transportarten rechnet man für Vor- und Unterhaltung der Geräthe und Fahrbahnen 10 % bez. 15 %. —

Aus der Tabelle ersieht man, dass schon bei **120 m** der Handkippkarrentransport billiger wird, als der Transport durch Schubkarren, bei **350 m** schon der Pferdekippkarren dem Handkippkarren vorzuziehen ist. Da obige Preisangaben aber nicht massgebend

Digitized by Google

sein können, weil ja die Preise fortwährend schwanken, so verwendet man in der Praxis:

für Transportweiten von 40 m bis 150 m die Schubkarre,

für Transportweiten von 150 m bis 600 m die Handkippkarre,

für Transportweiten von 600 m bis 1800 m die Pferdekippkarre zum Transport der gelösten Bodenmassen.

III. Geräthe und Maschinen zur Zubereitung des Materiales.

Steinschlaghämmer. Siebe. Kiessortirungsmaschinen. Zerkleinerungsmaschinen.

A. Steinschlaghämmer, Siebe und Kiessortirungsmaschine.

§ 30.

Das Zerschlagen der Steine geschieht

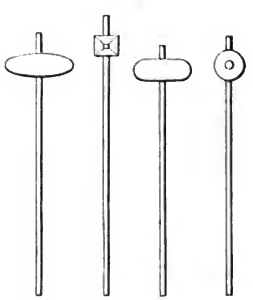
a) durch Handarbeit und zwar durch Hämmer,

b) durch Maschinenarbeit und zwar durch sogenannte Steinbrechmaschinen.

Die Steinschlaghämmer zerfallen in zwei Arten:

1) in solche, welche von dem Steinklopfer stehend und mit beiden Armen geführt werden, und 2) in solche, welche von dem Arbeiter sitzend und mit nur einem Arme geschwungen werden.

Fig. 51.



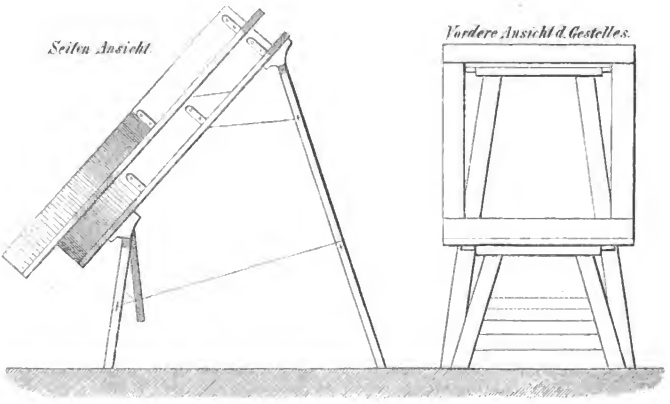
Die erstere Art besteht aus langstieligen Schwunghämmern von einem Gewichte von 4—8 kg; zur zweiten Art gehören die kurzstieligen Hämmer von 3—4 kg Schwere und die kleineren Hämmer zum Steinschlagen, die nur ein Gewicht von

Digitized by Google

1—2 kg haben. Diese Hämmer haben gewöhnlich zwei verschiedene Querschnitte (S. Fig. 51), entweder sind sie eckig oder rund; beide Querschnittsformen sind gleich gut. —

Das Zerkleinern des Steinmateriales durch mit Dampf in Betrieb gesetzte Steinbrech- oder Zerkleinerungsmaschinen ist — wie wir noch in den folgenden Paragraphen sehen werden — stets der Handarbeit vorzuziehen. Die Zerkleinerung lässt sich durch geeignete Maschinen nicht nur bedeutend schneller vollziehen, sondern auch bedeutend billiger. Aus diesen Gründen wird in der Neuzeit bei grösseren Strassenbauten fast stets die Kraft der Maschinen benutzt; man ist dann weniger auf geübte Arbeiter angewiesen, welche leider doch nicht so leicht zu haben sind, auch hängt man nicht von dem oftmals zweifelhaften Fleisse und der Sorgfalt derselben ab. Bei kleineren Strassenbauten dagegen wird man immer noch das Zerkleinern des Deckmateriales durch Steinklopfer besorgen lassen

Fig. 52. Fig. 53.



müssen, weil für diese das Aufstellen von Maschinen stets zu viel kosten würde. —

Bei dem Steinschlage ist es ein Haupterforderniss, dass derselbe völlig rein ist von etwaigen Splittern und erdigen Bestand-

Digitized by Google

theilen, ehe er zum Strassenbau benutzt wird. Es hat deshalb der Arbeiter das von ihm zerkleinerte Steinmaterial stets durch ein sogenanntes Grandwurfgitter zu werfen, damit es frei von Staub wird. (Bedeutend mehr Schwierigkeiten macht das Reinwaschen des Materiales.) Man verwendet zur Reinigung der kleinen Steinstücke, sowie auch zum Sieben des Kieses und des Sandes Holz- oder Drahtsiebe.

Ein solches Sieb zeigen die Figg. 52—55.*) Man legt, wie Figg. 54 u. 55 zeigen, zwei Siebe aufeinander und giebt jedem Siebe

Fig. 54.
Unteres Sieb.

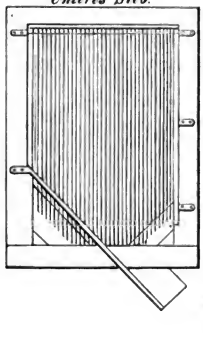
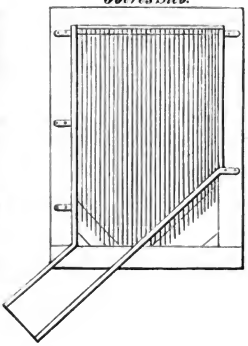


Fig. 55.
Oberes Sieb.



andre Gitter-Stärken und Zwischenräume. Das obere Sieb hat hier 23 Stäbe von etwa 1,25 cm Stärke, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäben betragen 3,34 cm. Das obere Sieb ist 2,34 m hoch und 1,3 m breit. Das untere Sieb, 2 m lang und 1,3 m breit, hat dagegen mehr Stäbe und zwar 37, dafür aber engere Zwischenräume von 1,82 cm Breite und dünnere Stäbe von nur 0,9 cm Stärke. Selbstverständlich kann man aber auch je nach den gegebenen Verhältnissen engere oder weitere, kleinere oder grössere Steinschlagsiebe oder Grandwurfgitter verwenden, z. B. ist in obigen Figuren gleiche Grösse der beiden Siebe angenommen. (Siehe auch § 37, die Grandmollen.)

Das Sieben des Kieses wird auch statt mit Drahtsieben

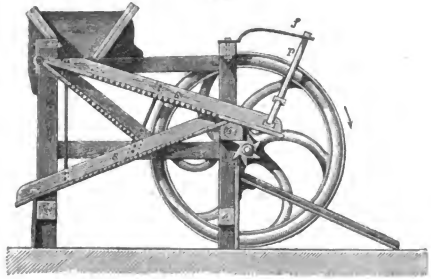
*) Entlehnt dem Werke v. Kaven, „Der Wegebau".

Digitized by Google

(namentlich bei grösseren Kiesmengen) mit Maschinen besorgt, weil hierdurch Zeit und Kosten erspart werden.

In der Figur 56 ist eine Augustin'sche*) Kiessortirungsmaschine abgebildet; durch dieselbe lässt sich eine

Fig. 56.



dreifache Absonderung in Sand, gröberen Kies zum Strassenbau und in Geröllstücken erzielen.

Wie aus der Zeichnung hervorgeht, so besteht diese Maschine aus 2 Sieben s und s_1, die wie beim Drahtgitter verschiedene Stabdicke und verschiedene Maschenweite haben und unter einem Winkel von 40° mit einander durch starke eiserne Bänder in ihren entgegengesetzten Richtungen verbunden sind.

Das obere Sieb s_1, welches eine Neigung von 20° bis 30° hat, hängt an einem Ende an Riemen pp, die an Federn ff aus Schmiedeeisen befestigt sind, und dreht sich am andren Ende in Charnieren. Die rüttelnde Bewegung der Siebe wird durch eine Welle mit Daumen durch eine Kurbel bewirkt.

Aus dem Trichter gelangt das Material auf das Sieb s_1, von welchem die grösseren Steine abrollen, während der Kies und der Sand auf das zweite Sieb s fallen, von welchem der Kies abläuft, während der Sand durchfällt.

Diese Maschine ist sinnreich construirt und dürfte deshalb Beachtung verdienen.

---

*) Diese Maschine ist aus dem Werk von Ahlburg, Der „Strassenbau u. s. w." (Braunschweig 1870).

Digitized by Google

B) Die Zerkleinerungs-Maschinen.*)

§ 31. Allgemeine Bemerkungen.

Die Bruchsteine und Kiesel, welche zur Beschotterung unsrer Strassen und Chausseen verwendet werden sollen, haben niemals ein gleiches Korn, wie solches zur Herstellung einer soliden Strassenbahn erforderlich ist, sondern sie müssen in möglichst gleich grosse Stücke erst zerschlagen werden. Diese Trennung geschah schon in den allerältesten Zeiten durch Zerschlagen der Steine mittelst Hämmern, die wir im § 30 näher beschrieben haben. Da aber heutzutage jede Arbeit mit einem Minimum von Zeit und Geld verrichtet werden soll, so ist es klar, dass durch die Handarbeit ein solches nicht erreicht werden kann, sondern dass man statt der Menschenkraft die Maschinenkraft wählen muss.

Aber bei der Wahl der besten Maschine war man anfangs auch auf falschen Wegen vorgegangen; die verwendeten Stampfwerke, welche entweder wie Mörser mit einer wuchtigen Keule oder wie Pochwerke construirt waren, und die sogenannten Quetschwerke, welche aus zwei (seltener drei) zusammenarbeitenden Cylindern mit oder ohne vorspringenden Zähnen bestanden und nicht durch Stoss, sondern durch Druck wirkten, konnten den an sie gestellten Anforderungen kaum genügen; das Korn war selten ein gleichmässiges und der abfallende Staub ziemlich bedeutend.

Das veranlasste den Amerikaner Blake in New-Haven für die Zerkleinerung der Gesteine eine eigene Maschine zu construiren, die also die erste Steinbrechmaschine genannt werden muss. Diese Maschine wurde mehrfach zu verbessern gesucht und zwar von Avery, von der Georgs-Marienhütte in Osnabrück, von Dyckhoff und von Chamber u. A.

Es wird nun in Folgendem unsre Aufgabe sein, diese und auch noch andre Zerkleinerungsmaschinen eingehend zu besprechen und werden wir deswegen hierbei uns länger aufhalten, weil in

*) Es finden sich hierüber in folgenden Zeitschriften und Büchern bemerkenswerthe Notizen: Deutsche Bauzeitung 1872, S. 221. — Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins 1864. — Civilingenieur 1865, S. 303 u. flgde. — Ahlburg, „Der Strassenbau" u. s. w. 1870, S. 121, dem wir die Figuren entnommen haben.

Digitized by Google

keinem technischen Werke, auch nicht in Rühlmann's Maschinenlehre, darüber Ausführliches zu finden ist!

§ 32. Blake's Patent-Steinbrechmaschine.

Diese nicht nur in dem Geburtslande des Erfinders — in Amerika —, sondern auch in England vielfach und mit Erfolg zur Anwendung gekommene Maschine dient zur ganz beliebigen Zerkleinerung aller harten wie weichen Steinarten. Alle Stosswirkungen, welche so sehr schädlich für die Gewinnung eines möglichst gleichmässigen Kornes sind, vermeidet diese Maschine, weil die das Zerkleinern verrichtenden Constructionstheile eine sehr grosse Geschwindigkeit und dabei nur einen verhältnissmässig sehr kurzen Arbeitsweg zurückzulegen haben.

In den Figuren 57 und 58 ist *R R* das gusseiserne Gestell der Zerkleinerungsmaschine, auf welcher die Schwungradwelle *W*

Fig. 57.

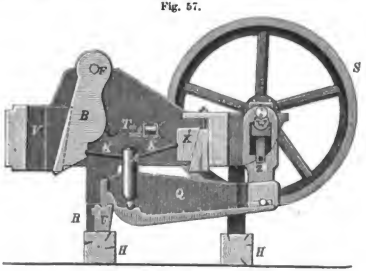
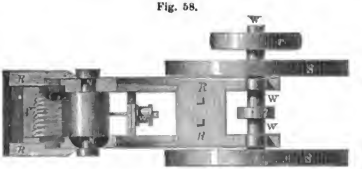


Fig. 58.



gelagert ist. Auf dieser Welle sitzen die beiden Schwungräder *S S* und die Betriebsscheibe *r*. Durch jede Umdrehung der Welle wird

Digitized by Google

der Hebel *F* gehoben, der dann durch die Stossstangen *Z* den um *F* drehbaren Brechbacken *B* in eine schwingende Bewegung gegen den festen Backen versetzt. Hierdurch wird das Zerkleinern des zwischen den beiden Backen befindlichen Steinmateriales herbeigeführt.

Die Schwingung des beweglichen Backens gegen den festen beträgt etwa 6 mm. Der untere Abstand zwischen den Backen bestimmt die Grösse des zu brechenden Steinmateriales.

Eine Veränderung des Schubes und der Maulweite gestatten die vermittelst einer Schraube verstellbaren Keile *X*, durch welche der Stützpunkt der Stossstangen beliebig verändert und auf diese Weise die Weite des Schlundes beliebig vergrössert oder verkleinert werden kann.

Um diese Zerkleinerungsmaschine an allen Orten sofort benutzen zu können, war es nöthig, alle ihre einzelnen Theile recht stark und compact zu construiren, damit niemals ein Fundament nöthig werde. Man kann also auch die Maschine mit Rädern versehen und so transportirbar machen. (In der Zeichnung ruht sie auf Holzschwellen *HH*.)

Mit Thier- oder besser mit Dampfkraft kann die Maschine, welche gewöhnlich 200 (seltener 250 oder noch mehr) Umgänge pro Minute macht, in Betrieb gesetzt werden. Will man mehrere Sorten des gebrochenen Steinmateriales etwa unterscheiden, so kann man sehr leicht die Zerkleinerungsmaschine mit einem Sortirsiebe versehen oder einen rotirenden Tisch ansetzen.

Wie wir schon eingangs bemerkten, so ist die Leistungsfähigkeit dieser ersten Steinbrechmaschine zwar eine nicht geringe (sie bricht 72 Cubikfuss in 22 Minuten) und ihre Bedienung eine sehr einfache, aber trotz der sehr stark ausgeführten Construction waren sehr viele Reparaturen erforderlich und zeigt diese nussknackerartig arbeitende Maschine noch manchen Mangel.

§ 33. Zerkleinerungsmaschine der Georgs-Marienhütte bei Osnabrück.*)

Die erste Fabrik, welche die Blake'sche Steinbrechmaschine in verbesserter Construction baute, und

*) Nach einem, dem Verfasser freundlichst übersandten ausführlichen Bericht der Direction des Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Vereines

Digitized by Google

zwar im Jahre 1864, und ein Patent in fast ganz Europa auf diese Verbesserung erhielt, war die Georgs-Marienhütte bei Osnabrück. Trotzdem, dass diese Maschinen von andren Fabriken des In- und Auslandes nachgebaut wurden, und theilweise sehr mangelhaft, so hat diese renommirte Hütte dennoch in wenigen Jahren etwa 500 dieser Steinbrechmaschinen gebaut, von denen ein beträchtlicher Theil auch nach überseeischen Plätzen gegangen ist.

Die Anforderungen, welche man an die Maschinen stellte, wurden immer grösser in Betreff der Härte des zu zerkleinernden Materiales, als auch der Umdrehungszahl der Schwungradwelle.

Diesen Anforderungen ist von dieser Hütte durch Verbesserungen Rechnung getragen und zuletzt vor $2^1/_2$ Jahren die Maschine nochmals ganz durchconstruirt und umgebauet, um die Mängel, mit denen die früheren Maschinen behaftet waren, zu beseitigen, wobei der Fabrik wesentlich zu Nutze kam, dass sie selbst auf ihrem Werke 12 solcher Maschinen in Thätigkeit hat. Die Verbesserung ist als gelungen zu bezeichnen, obgleich der Preis der Maschine dadurch etwas erhöht wird. Eine solche der neuesten Construction war in der Gewerbe-Ausstellung 1878 in Hannover im Betriebe.

Die Georgs-Marienhütte fertigt die Maschinen jetzt nach 2 verschiedenen Modellen, welche in der äusseren Form nicht viel von einander abweichen; alle andren Modelle hat sie, weil unpraktisch, verworfen. Das ältere Modell Nr. 1 unterscheidet sich von dem neuen Modell Nr. 2 dadurch, dass alle Theile, namentlich Zugstange, Achsen und Lager leichter und einfacher aus billigerem Material ausgeführt sind, als bei dem letzteren. Bei dem Modell Nr. 2 ist die Abnutzung der einzelnen Theile und daher die Reparatur bedeutend geringer; auch ist das lästige Warmlaufen namentlich der Zugstange, welches bei andren Maschinen sehr häufig vorkommt, vermieden.

Mit dem Modell Nr. 1 werden 180—200 Umdrehungen, mit dem Modell Nr. 2 = 300 und mehr pro Minute gemacht; die schnellere Umdrehung hat sich als vortheilhaft für das zu zerkleinernde Material herausgestellt, namentlich wenn dasselbe sehr hart ist.

---

in Georgs-Marienhütte bei Hasbergen (Osnabrück) an der Venlo-Hamburger Eisenbahn. — Die Zeichnungen Figg. 59 und 60 sind ebenfalls von der Fabrik angefertigt.

Digitized by Google

Da der Hub des Brechbackens, je nach dem Material, welches zerkleinert werden soll, verschieden sein muss, so kann derselbe in jeder Maschine verstellt werden, auch ist die Korngrösse des zerkleinerten Productes während des Ganges der Maschine durch eine Stellvorrichtung zu verändern und dient letztere gleichzeitig dazu, die Folgen der Abnutzung der Brechbacken auszugleichen. Die Maulweite jeder Maschine ist 260 mm und 470 mm und können demnach Steine von annähernden Dimensionen und beliebiger Länge aufgegeben werden. Die Leistungsfähigkeit und der Kraftbedarf ist abhängig von der Härte und Structur des zu zerkleinernden Materials und von der Korngrösse, die das Product erhalten soll.

Jede der 12 auf der Hütte im Betriebe befindlichen Maschinen der älteren Construction zerkleinert pro Stunde ca. 6000 kg harten Kalkstein in Stücke von Faust- bis Eigrösse bei einem Aufwande von 4—5 Pferdekraft. Bei derselben Kraft, aber geringerer Korngrösse wird das Quantum kleiner. Schwefelkies wurden mit einer Maschine der älteren Construction pro Stunde 4000—4500 kg zur Wallnussgrösse zerkleinert.

Mit der neuesten Maschine, Modell 2, wurden bei 270—300 Umdrehungen pro Minute 4000 kg Apathit und andre sehr harte Superphosphate zur Stärke von Hasel- bis Wallnussgrösse zerkleinert.

Ist keine Transmission vorhanden, so ist die Aufstellung einer Locomobile zu empfehlen, die mittelst Riemen den Steinbrecher in Bewegung setzt. Diesen ohne Riemen direct mit einer Dampfmaschine zu verbinden, empfehlen wir nicht, da die Dampfmaschine durch die Erschütterungen und den Staub sehr leiden würde und häufig reparirt werden müsste.

Bei allen harten Materialien und schnellem ununterbrochenem Gange über 200 Umdrehungen pro Minute ist das Modell Nr. 2 zu empfehlen; bei weicheren Materialien und 180—200 Umdrehungen pro Minute, oder wenn die Maschine nur einige Stunden am Tage läuft, genügt Modell Nr. 1.

Die Maschinen werden je nach der vorhandenen Transmission und der Oertlichkeit geliefert:

1) auf einer Seite der Achse mit Los- und Festriemenscheibe;
2) auf jeder Seite der Achse mit Festscheibe;

Digitized by Google

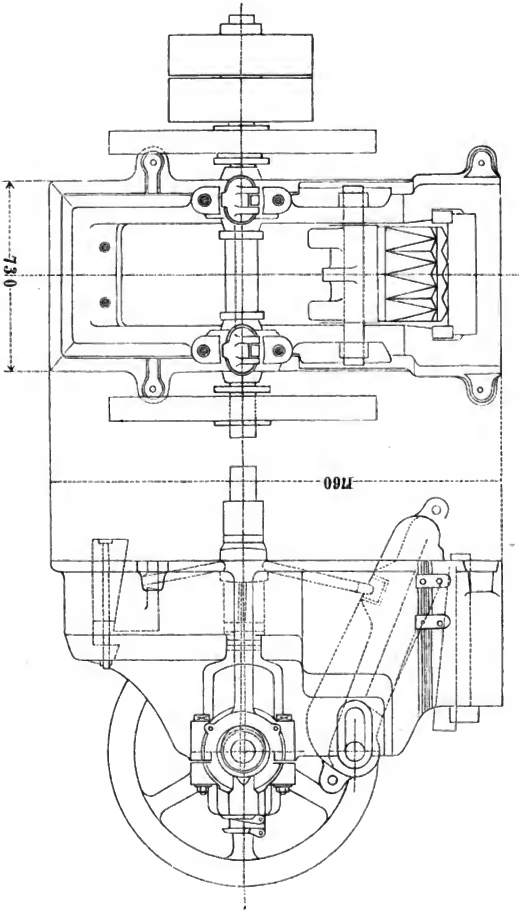


Fig. 60.

Fig. 59.

Digitized by Google

3) zum Festschrauben auf ein Eisen-, Stein- oder Holzgerüst;

4) mit Laufwerk, um die Maschinen entweder parallel oder rechtwinklig zur Schwungradachse bewegen zu können;

5) mit Holzrädern für Chausseen geeignet,

und ist demnach auch der Preis. (Figg. 59 und 60.)

Maschine Modell Nr. 1 zum Festschrauben eingerichtet, kostet etwa 1350 M.; Maschine Modell Nr. 2, ebenfalls zum Festschrauben eingerichtet, kostet etwa 2000 M.

Da diese Maschinen sich überall ganz vortrefflich bewährt haben, so möchten sie mit den in § 36 beschriebenen Steinbrechmaschinen wol die Concurrenz aushalten können.

§ 34. Verbesserte amerikanische Steinbrechmaschine von Avery.

Bei der Blake'schen Steinbrechmaschine war — so heisst es im Civilingenieur 1865, S. 306, dem wir nachfolgende Zeilen und die Zeichnungen entnehmen — der bewegliche Brechbacken vertical, und erfolgte die Bewegung des andren Backens mittelst eines langen Hebels. Daraus entstanden folgende Nachtheile:

1) war die obere Oeffnung des Schlundes ziemlich eng und, da überdies die Seitenwände des Schlundes vertical standen, so kamen Einklemmungen der hineingeworfenen Stücken vor, welche einen todten Gang der Maschine und Kraftverluste erzeugten, da die Maschine immerfort geht, wenn sie auch nichts zu brechen hat;

2) waren die Stellkeile, mittelst deren dem beweglichen Backen ein verschiedener Hub gegeben werden kann, in der Mitte zwischen den Schwungrädern angebracht, so dass die Maschine jeder Zeit angehalten werden musste, wenn man, mit Rücksicht auf die Gröbe der zu zerdrückenden Massen, eine Veränderung im Hube der Brechbacken vornehmen wollte.

Diese beiden Nachtheile hat Avery durch seine abgeänderte Construction zu beseitigen gesucht und zugleich noch an Raum gewonnen. Fig. 61 zeigt einen verticalen Längenschnitt derselben, Fig. 62 die neue, am hinteren Ende des Gestelles ausserhalb der Schwungräder angebrachte Stellung.

Digitized by Google

Man sieht, dass bei dieser verbesserten Construction die treibende Welle *A* nicht mehr am Ende des Gestelles, sondern in der Mitte desselben in zwei am Gestelle angegossenen Lagern

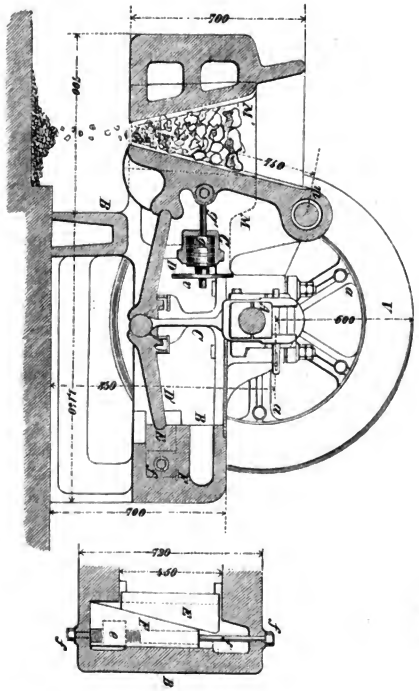


Fig. 61.

Fig. 62.

liegt, was die Stabilität erhöht. Sie trägt an dem einen Ende ein gusseisernes Schwungrad *V*, an welches mittelst der Bolzen *a* die Riemscheibe angeschraubt ist; in der Mitte ist sie gekröpft und nimmt den Kopf der Schubstange *C* auf, welche unten in einen Bolzen, gegen den sich die Arme des Kniehebels *D* und D^1

Digitized by Google

stützen, ausläuft. Der Kniehebel wird also hier unmittelbar von der Schubstange bewegt, was jedenfalls der ursprünglichen Einrichtung, wo noch ein langer Hebel als Zwischenstück eingeschoben war, vorzuziehen ist.

Die beiden Arme *D* und *D'* sind so breit, als das Gestell innerlich weit ist, und stützen sich mit ihren abgerundeten Enden, welche in entsprechend geformten Vertiefungen liegen, einerseits gegen den beweglichen Backen *M*, andrerseits gegen den Stellkeil *E*. Letzterer liegt in einer am Ende des Gestelles ausgesparten Vertiefung, welche auch den Gegenkeil (s. Fig. 62) aufnimmt, und kann durch Anziehen des Keiles *F* so verschoben werden, dass der Abstand von dem beweglichen Backen grösser oder kleiner wird, wodurch der Abstand zwischen dem festen und dem beweglichen Backen verkleinert oder vergrössert wird. Das Anziehen des Keiles *F* erfolgt mittelst der Schraubenköpfe *f f*, indem sich bei geeigneter Drehung derselben die in dem Keile *F* sitzende Mutter auf dem Schraubengewinde des Bolzens *f'* entsprechend verschiebt.

Um den beweglichen Brechbacken, welcher auf den an der Vorderseite des Gestelles mit Bügeln und Vorsteckern befestigten schmiedeeisernen Bolzen *m* aufgeschoben ist, fest anzudrücken, ist dahinter am Gestell eine Büchse *G* mit Kautschukfedern *g* angebracht, welche durch die Zugstange *g'* mit dem Brechbacken verbunden ist. Letztere geht durch den — wie bei den Eisenbahnwagenpuffern — aus Kautschuk- und Blechscheiben bestehenden Puffer hindurch, ist am Ende mit Schraubengewinde versehen und kann daher durch Anziehung der mit der Schwungkurbel versehenen metallenen Mutter *v* angespannt werden. Die Feder wird beim Vorwärtsgange angespannt und zieht beim Rückgange den Brechbacken zurück.

Die Neigung des festen Backens *M'* muss dem Material angepasst werden, sie begünstigt aber den Eintritt der grösseren Stücke; ebenso sind die Brechbacken, je nach der Beschaffenheit der zu zerbrechenden Massen, glatt oder mit kleineren oder grösseren Erhabenheiten und Vertiefungen anzufertigen; noch besser ist es, wenn man in diese Backen stählerne Kämme einsetzt. Die Seitenwände des Schlundes sind schief gelegt, so dass die untere Oeffnung weiter ist als die obere, was dem Verstopfen des Schlundes vorbeugt und die Leistung der Maschine vergrössert, da die gebrochenen Massen rascher austreten können.

Digitized by Google

§ 35. Doppeltwirkende Steinbrechmaschine neuester Construction.

Diese in England gebaute und noch sehr junge Zerkleinerungsmaschine dient zum Brechen oder Stossen von Strassen-

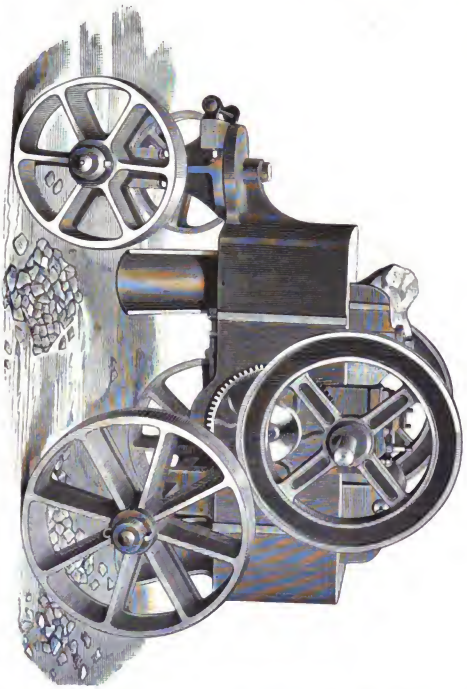


Fig. 63.

materialien (sowie auch von Metallen und Mineralien jeglicher Art) und verspricht 75 % mehr Material zu brechen als die ein-

Digitized by Google

fachen Maschinen, obwol die Dampfkraft nicht erhöht zu werden braucht.

Figg. 63 und 64 zeigen eine Ansicht der Maschine; Fig. 65 einen Längenschnitt; Fig. 66 einen Grundriss. In den beiden

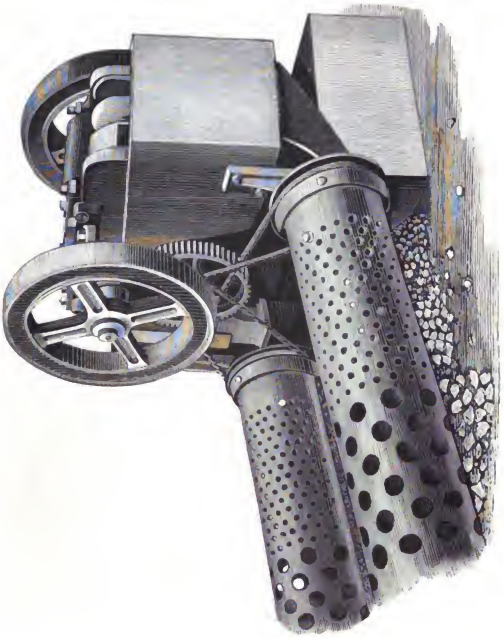


Fig. 64.

letzteren Figuren sind gleiche Theile der Maschine mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

A A ist die Umhüllung des Steinbrechers; *B B* der Hebel, welcher in der Mitte am unteren und oberen Ende arbeitet und durch ein Schwungrad bewegt wird; *C* ist die Schwungradwelle, *D D* sind zwei bewegliche Brechbacken, verbunden mit dem Hebel *B*.

Digitized by Google

Die Construction ist also im Wesentlichen dieselbe wie bei jeder andren Steinbrechmaschine; nur hat sie auf jeder Seite

Fig. 65.

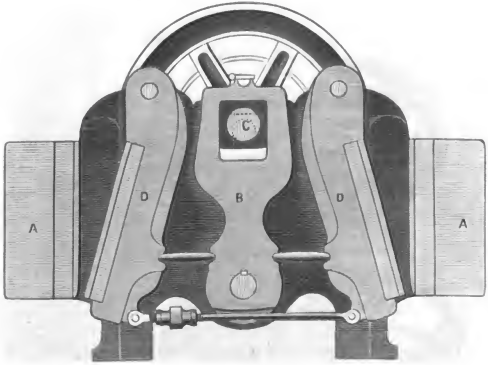
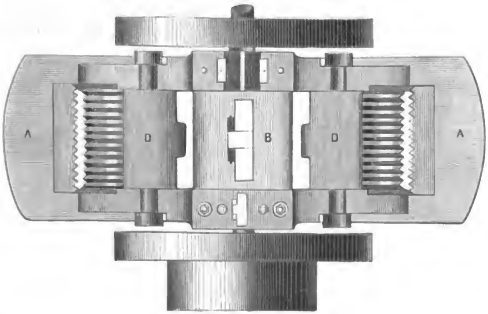


Fig. 66.



eine Vorrichtung zum Brechen der Materialien. Diese doppeltwirkende Steinbrechmaschine kann mit einer Dampfwalze in Verbindung gesetzt werden, was den grossen Vortheil hat,

Digitized by Google

dass man eine Locomobile spart (s. Fig. 67), vorausgesetzt, dass man eine — in jeder Bauverwaltung dringend nöthige — Dampfstrassenwalze auch besitzt. (Siehe § 42.)

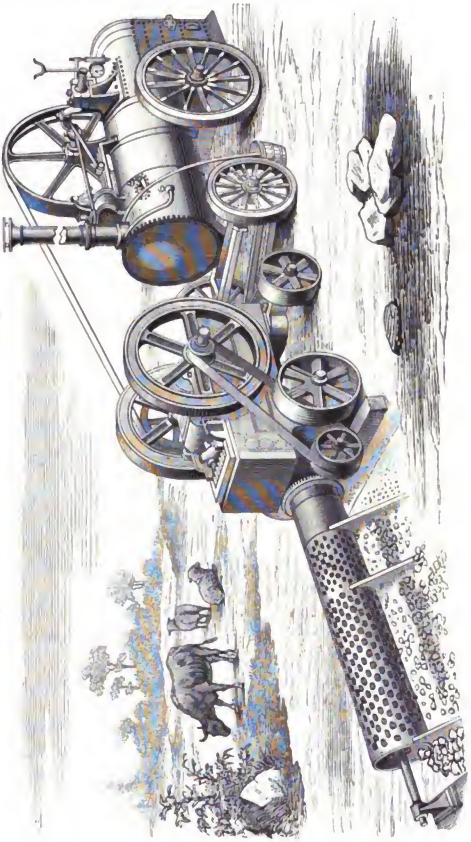


Fig. 67.

Digitized by Google

Diese neueste Construction soll folgende Vortheile gewähren:
1) sie liefert das Doppelte einer einfachen Maschine;
2) sie nimmt dabei nicht mehr Kraft in Anspruch;
3) zu gleicher Zeit können zwei Arten von Materialien zerkleinert werden;
4) hierdurch verhindert sie die Inruhesetzung der Brechbacken, was bei andren Maschinen dieser Art nicht möglich ist.

Da die Maschine noch zu jung ist, um nach den bisherigen Erfahrungen ein endgiltiges Urtheil über sie abgeben zu können, so wollen wir uns mit dem Gesagten hier begnügen.

§ 36. Steinbrechmaschinen mit Handbetrieb, Riemenbetrieb und directem Dampfbetrieb der Maschinenbau-Actiengesellschaft „Humboldt" in Kalk bei Köln am Rhein.*)

Eine einfache, solide und zweckmässige Construction von Steinbrechmaschinen, die sich ganz besonders zum Zerkleinern von Strassenmaterial eignen und gegen ausländisches Fabrikat bei mindestens gleicher Qualität den Vortheil grösserer Billigkeit haben, liefert die bekannte Maschinenbau-Actiengesellschaft „Humboldt" für stationäre als auch fahrbare Maschinen, und zwar in einer Reihe verschiedener Modelle, von denen jedes einem besonderen Zwecke angepasst ist.

Die Brechbacken der Zerkleinerungsmaschinen sind aus bestem ungarischen Hartguss angefertigt, werden aber auch auf Verlangen aus Stahlguss fabrizirt. Die Brechbacken haben eine rechteckige Form, so dass sie, wenn nöthig, umgedreht und an beiden Enden abgenutzt werden können; hierdurch wird also das Material möglichst ausgenutzt.

Die Spaltweite für das ausfallende Material sowol, wie der Hub der Brechschwinge können innerhalb der erforderlichen Grenzen nach Belieben verstellt werden. Es ist dies ein grosser Vorzug in- und ausländischen Concurrenzfabrikaten gegenüber, der über die entstehenden Mehrkosten die Fabrik bei der Con-

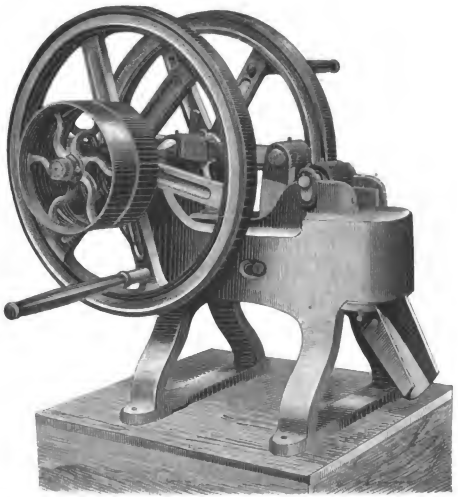
*) Nach einem, dem Verfasser auf seine Bitte freundlichst zugeschickten ausführlichen Schreiben nebst Zeichnungen von der Direction der Maschinenbau-Actiengesellschaft „Humboldt". — Da diese Maschinen sich sehr gut bewährt und bei den Technikern des In- und Auslandes Anerkennung gefunden haben, so hält es Verfasser für gut, sich bei ihnen etwas länger aufzuhalten.

Digitized by Google

struction der Maschine hinwegsehen lässt, um dadurch den Zerkleinerungsmaschinen um so entschiedener den Vorrang der grössten Zweckmässigkeit zu sichern. Schliesslich sei noch bemerkt, dass diese sehr empfehlenswerthen Maschinen sämmtlich mit starken, warm aufgezogenen Bändern versehen sind und dadurch bei verhältnissmässig geringem Gewicht eine fast unbedingte Sicherheit gegen Bruch darbieten; es ist ein derartiger Vorfall unter den Hunderten von Steinbrechern, die von der Fabrik bereits geliefert wurden, nur aus ganz ausnahmsweiser Veranlassung vorgekommen.

Die Steinbrechwelle ist aus bestem geschmiedetem Eisen hergestellt; der Kopf der Zugstange nimmt die ganze Breite zwischen den Lagern der Welle ein, und ist somit letztere selbst für die Druckverhältnisse und die gute Schmierung in vortheilhaftester Weise disponirt. Auf der Steinbrechwelle sitzen zwei

Fig. 68.



kräftige Schwungräder und eine Arbeitsscheibe; auch wird auf besonderen Wunsch eine Leerscheibe angebracht.

Digitized by Google

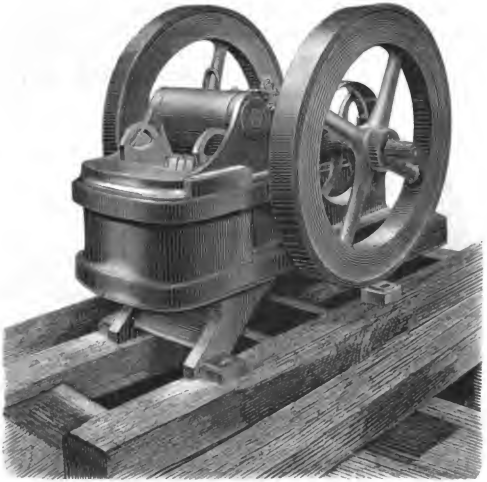
A. Steinbrechmaschine mit Handbetrieb.

Die Figur 68 zeigt eine kleine Steinbrechmaschine, welche von der Fabrik in zwei Modellen (Nr. 521) angefertigt wird. Diese Maschine ist sehr leicht beweglich, und bedarf zum Betriebe nur der Kraft eines einzigen starken Mannes. Sie lässt sich aber auch sehr leicht für den Riemenbetrieb einrichten.

B. Steinbrechmaschine mit Riemenbetrieb.

In der nachstehenden Figur 69 ist das Modell Nr. 522 abgebildet, bei dem das Excentrik direct auf ein Kniehebelsystem

Fig. 69.



wirkt und bei einer Umdrehung des Schwungrades einen Hub der Brechschwinge bewirkt. Es lässt sich hierbei die Brechmaulweite nicht allein verändern, sondern auch die Hubweite je nach der Art des zu brechenden Materiales.

Die Verstellung der Brechmaulweite geschieht einfach durch Anziehen oder Nachlassen eines Keilstückes und kann auch während des Ganges der Maschine bewirkt werden. Die Hub-

Digitized by Google

höhe kann jedoch nur bei Stillstand der Maschine geändert werden und zwar durch Veränderung der Zugstangenlänge.

Diese Zerkleinerungsmaschine wird von der Fabrik in zwei Grössen gefertigt und zwar mit einer oberen Maulweite von 400 × 200 mm oder 500 × 250 mm. Sie dient ganz besonders zum Zerkleinern von Quarz, Basalt u. s. w.

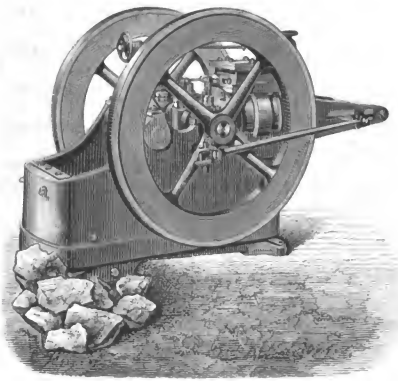
Die kleinere Sorte kann zwei Stücke von etwa 200 × 200 mm neben einander oder ein Stück von 200 × 400 mm aufnehmen; die grössere zwei Stücke von etwa 250 × 250 mm neben einander oder ein Stück von 250 × 500 mm.

Die kleinere Maschine leistet etwa 3 — 3½ cbm pro Stunde, die grössere das Doppelte bei einer Spaltweite von 25 — 30 mm.

C. Steinbrechmaschine mit Dampfbetrieb.

Bei grösseren Anlagen, bei Arbeiten im Freien, in Steinbrüchen u. s. w., wo Transmissionen nicht vorhanden sind oder nicht gut angebracht werden können, eignet sich am besten

Fig. 70.



vorstehende Patent-Dampfsteinbrechmaschine (Fig. 70, Modell Nr. 586 der Fabrik.)

Die Dampfmaschine bildet mit dem Rahmen des Steinbrechers ein einziges Stück. Der zum Betrieb nöthige Dampf kann in

Digitized by Google

schmiedeeisernen Röhren von 50 mm Weite herbeigeleitet werden. Man legt die Röhren am besten 6—9 cm tief in die Erde.*) Der Steinbrecher kann auf solche Weise in beliebiger Richtung oder Höhe aufgestellt werden, was besonders in Steinbrüchen u. s. w. von grosser Wichtigkeit ist.

Es werden auch von dieser Fabrik Dampfsteinbrecher in Verbindung mit ihrem Kessel gebaut, welche auf einem fahrbaren Gestelle aus schmiedeeiserner Construction befestigt sind.

Nachstehende Tabelle XX enthält die näheren Angaben über Dimensionen, Gewichte und Preise.

Art des Betriebes . . .	Hand- u. Riemenbetrieb	Riemenbetrieb						Dampfbetrieb	
Figur	68	69						70	
Modell Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Brechmaul in mm Länge	100	160	200	250	320	400	500	800	320	500
Brechmaul in mm Breite	50	80	100	125	160	200	250	500	200	320
Antriebs-Riemenscheibe in mm Durchm.	260	320	400	470	550	630	630	1000	—	—
Antriebs-Riemenscheibe in mm Breite .	65	80	80	90	105	130	150	180	—	—
Zahl der Umdrehungen pro Minute	60	60	200	200	200	200	200	200	200	200
Erforderliche Betriebskraft in Pferdekraft	0,2	0,3	2	3	4	8	12	20	6	16
Ungefähre Productan gebroch. Material pr. St. u. in Klgr. Spaltw. 25 mm	50	75	1000	1500	2000	4000	5000	8000	2000	5000
Ungefähre Productan gebroch. Material pr. St. u. in Klgr. Spaltw. 50 mm	100	150	2000	3000	4000	8000	10000	16000	4000	10000
Baumverbrauch zur Aufstellung i. Met. Länge	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	2	2,3	3,1	2,5	3,1
Baumverbrauch zur Aufstellung i. Met. Breite	1,3	1,5	1,1	1,25	1,6	1,7	2	2,4	1,6	2,2
Ungefähres Gewicht der compl. Maschine in Klgr.	340	620	1100	1850	2550	4000	7000	18500	3550	9530
Dito für ein Paar Reservebacken	15	54	45	90	150	250	450	1735	192	610
Preis**) in Mark für die Maschine	290	470	670	950	1260	1790	2790	6075	2340	4262
Preis**) in Mark für die Ankerplatten und Fundamentbolzen 0,50										pro Kilo.
Preis**) in Mark für ein Paar Reservebacken in ungarischem Hartguss 0,50										pro Kilo.

*) Von der Fabrik wurden schon Anlagen ausgeführt, bei welchen der Dampfkessel weit von der Steinbrechmaschine entfernt lag.

**) Diese Preise verstehen sich mit 10 % Rabatt, franco Bahnhof Kalk, incl. Verpackung und sind, wenn nicht anders vereinbart wird, netto zahlbar in Reichsmünze mit $^1/_3$ Anzahlung. Rest bei Ablieferung. (Nach den Mittheilungen der Direction dieser Maschinenfabrik.)

Digitized by Google

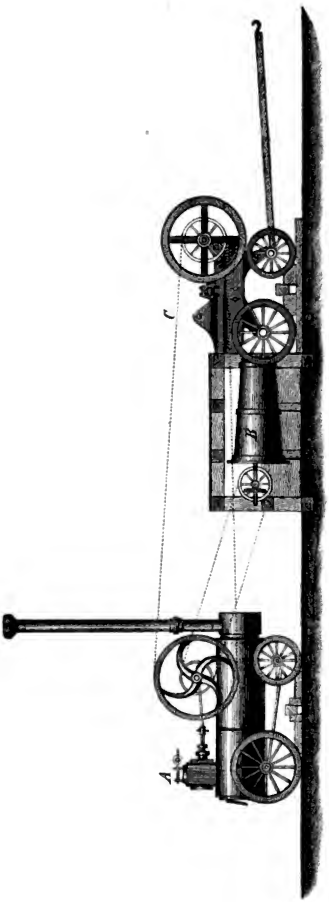


Fig. 71.

Digitized by Google

D. Dispositionen einer Steinbrechmaschine und einer Sortirtrommel mit Locomobile betrieben (mit 2 Zeichnungen).

Die Grösse und Lochung der Sortir- oder Siebtrommeln richtet sich nach Bedarf. Bei der Construction der vorerwähnten Zerkleinerungsmaschinen fällt nicht mehr ab als 6% bis höchstens 8% feines Material, welches als Deckmaterial benutzt werden kann.

Bekanntlich belaufen sich bei der Handarbeit — wie wir bereits sahen — die Kosten des Kleinschlagens für die härtesten Sorten Basalt (Kugel- und Tafelbasalt) per Cubikmeter Rohmaterial auf etwa 4,50 Mark; für körnigen Basalt (sog. Mantelbasalt) etwa 2,80 Mark, wobei das zerschlagene Material etwa in Würfeln von 30 mm Seite fällt.

Die Kosten einer kleinen Dampfsteinbrecheranlage (Fig. 71 auf S. 157) mit Brechern von 200×400 mm Maulweite stellt sich in der Anschaffung wie folgt:

1 Steinbrecher (*C* in Fig. 71) .	1610 M.,
1 Fahrgestell	600 „
1 Blechtrichter	50 „
1 Siebtrommel mit Antrieb (*B*).	385 „
Eisenwerk zum Holzgerüst . .	40 „
2 Treibriemen in Leder . . .	190 „
1 fahrbare Locomobile von 7—8 Pferdestärken (*A* in Fig. 71) .	4800 „
Schürgeräthschaften	30 „
Summa	7705 M.

Die Betriebskosten für 10 effective Arbeitsstunden werden sich wie folgt stellen:

400 kg Steinkohlen (1,20 M. pro 100 kg) =	4,80 M.,
Schmieröl und kleines Material	0,70 „
1 Maschinist	3,50 „
3 Arbeiter zur An- und Abfuhr	6,00 „
Reparatur und Unterhaltung	5,00 „
Amortisation	4,50 „
Summa	24,50 M. pr. Tag.

Die Anschaffungskosten einer grossen Dampfsteinbrecheranlage (Fig. 72 auf S. 159) von 250×500 mm Maulweite belaufen sich wie folgt:

Digitized by Google

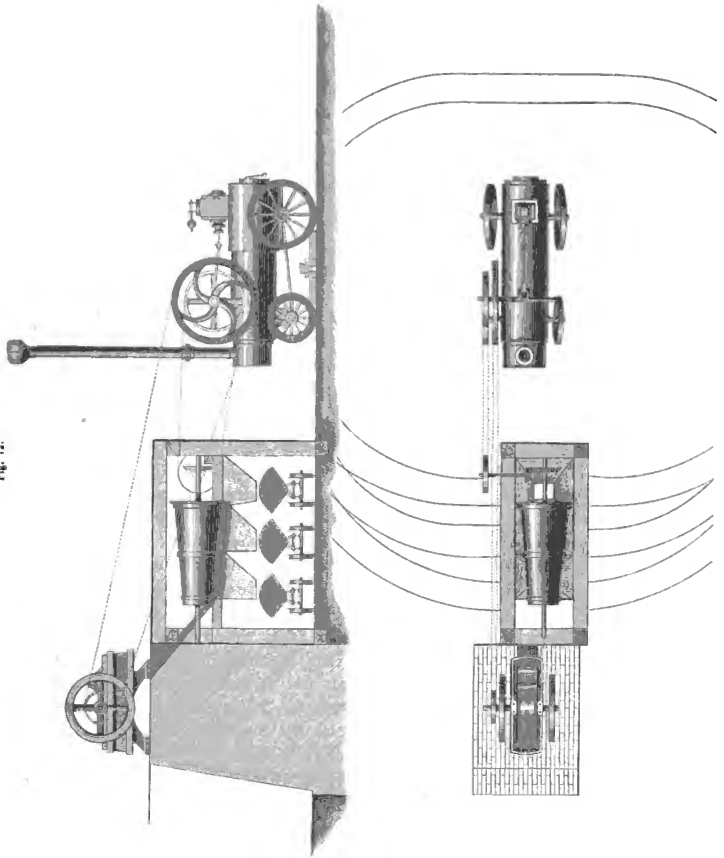


Fig. 72.

Digitized by Google

1 Brechmaschine	2515 M.,
1 fahrbares Untergestell	750 „
1 Blechtrichter	65 „
1 Siebtrommel mit Antrieb	650 „
Eisenzeug zum Holzgerüste	50 „
2 Treibriemen von Leder	275 „
1 fahrb. Locomobile v. 12 Pferdestärken	5500 „
Schürgeräthschaften	30 „
Summa	9835 M.

Die Betriebskosten für 10 effective Arbeitsstunden pro Tag möchten sein:

600 kg Steinkohlen à 1.20 M. pro 100 kg	7,20 M.,
Schmieröl und kleines Material	1.00 „
1 Maschinist	3,50 „
4 Arbeiter zur An- und Abfuhr . . .	8,00 „
Reparaturen und Unterhaltung	6,30 „
Amortisation	6.00 „
Summa	32 M. pro Tag.

Nimmt man die Production pro Tag zu 50 cbm an, so ergiebt sich der Gestellungspreis zu etwa 64 Pf. pro Cubikmeter.

Der finanzielle Vortheil über die Kosten der Handarbeit ist also evident, ein indirecter schätzenswerther Vortheil liegt aber ausserdem noch in der regelmässigen, vom guten Willen und von dem Fleiss der Arbeiter unabhängigen Thätigkeit der maschinellen Brecharbeit.

Wo es also die Verhältnisse gestatten, möge man stets diese Dampfsteinbrechmaschinen den Zerkleinerungsmaschinen mit Hand- oder Riemenbetrieb vorziehen. Jedenfalls aber sollte jede Bauverwaltung schon der volkswirthschaftlichen Bedeutung dieser Maschinen wegen das Kleinschlagen des Steinmateriales mittelst Hämmer durch die Steinklopfer besser durch gut gebaute Steinbrechmaschinen, von denen wir hier die besten ausführlich besprochen haben, besorgen lassen.

Digitized by Google

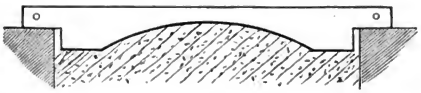
IV. Geräthe zur Anfertigung der Steinbahn.

§ 37. Schablonen. Tracirleinen. Mollen. Forken. Pflasterhämmer.

Die Schablonen, welche nicht nur zur Wölbung des Unterfüllungsmateriales dienen, sondern auch zur Wölbung der Steinbahn und zu Banketten, sind so eingerichtet, dass sie auf die Bordschienen aufgesetzt werden können.

Bei dem Klinkerpflaster (siehe daselbst) muss die Sandbettung ganz besonders scharf und fest gedichtet und an der Oberfläche genau abgeglichen werden, so dass die lose aufgesetzten Klinkersteine die beabsichtigte Wölbung der Strasse bilden. Zu diesem Zweck verwendet man den sogenannten Sandhobel, der aus einer hölzernen Bohle besteht und unten mit einer eisernen Schneide versehen ist, die etwas hervortritt. Der Sandhobel wird von den Arbeitern gezogen und zwar gewöhnlich durch Stricke; das Schieben des Hobels mit Stangen ist weniger empfehlenswerth und auch schwieriger zu besorgen. Ein Haupterforderniss ist es, dass der Sandhobel ein genügendes Gewicht besitzt, und wird deshalb sein Querschnitt in Form

Fig. 73.



eines Kastens hergestellt, der mit Klinkern oder mit natürlichen Steinen gefüllt ist. (Fig. 73 zeigt eine schematische Skizze des Hobels.)

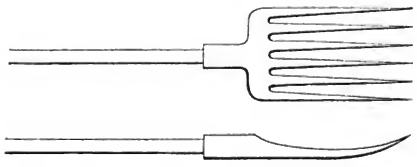
Die Tracirleinen, die stets beim Strassenbau eine nicht zu verachtende Rolle spielen, sind befestigt an eisernen Stäben, die einen Durchmesser von ca. 1,2 cm haben, unten zugespitzt und oben mit einem Knopf versehen sind. Diese Stäbe bestehen aus Rundeisen und haben gewöhnlich eine Länge von 25 cm und mehr. —

Der durch den Arbeiter oder durch die Maschine gewonnene Steinschlag wird zumeist in Mollen aufgenommen, die man Grandmollen nennt. Diese Mollen haben cylindrischen Boden

Digitized by Google

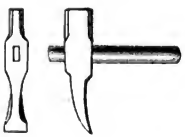
und sind seitwärts mit einem Handgriff versehen. Der Boden der Molle besteht auch oft aus einzelnen cylindrischen Stäben, damit beim Schütteln der mit Steinmaterial gefüllten Mollen die Splitter und erdigen Bestandtheile des Steinschlages durchfallen können; auf diese Weise dient also auch die Molle als Handsieb. (S. § 30.)

Fig. 74.



Das Füllen dieser Steinmollen geschieht durch Forken, die gewöhnlich 6 Zinken haben, und (Fig. 74) durch deren Zwischenräume alle Unreinlichkeiten beim Aufnehmen des Materiales fallen können.

Fig. 75.



Endlich müssen noch die Jedermann bekannten Pflasterhämmer erwähnt werden, mit denen man das Setzen des Strassenpflasters und auch der Bordsteine besorgt. (Fig. 75.)

V. Geräthe und Maschinen zur Vollendung des Strassenpflasters.

§ 38. Rammen. Hand-, Pferde- und Dampfstrassenwalzen.

Nicht nur die fertige Steinpflasterung, sondern oftmals auch schon die Unterbettung zu derselben muss durch Rammen oder Walzen gedichtet werden, wenn das Pflaster eine längere Dauer haben soll. In den nächstfolgenden Paragraphen wollen wir mit grosser Ausführlichkeit von der wichtigeren Dichtung durch die Walzen sprechen und uns hier nur kurz deshalb mit den Rammen beschäftigen.

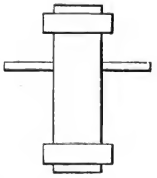
Digitized by Google

Bei den Rammen unterscheidet man gewöhnlich drei Modelle:

1) Rammen, welche von nur einem Arbeiter geführt werden (Hand- oder Stossramme);
2) Rammen, welche von zwei Arbeitern geschwungen werden müssen;
3) Rammen, welche von vier Arbeitern zur Dichtung der Steindecke benutzt werden.

Die kleinen Hand- oder Stossrammen (Fig. 76) haben ein Gewicht von nur 8—10 kg. Sie werden vorzugsweise zum Festrammen der Unterbettungen benutzt, sodann auch zur Dichtung von Kieswegen und endlich von Trottoirs, deren Steine sich weniger fest an einander zu pressen brauchen. Diese kleinen Handrammen bestehen aus hartem Holze (und zwar gewöhnlich aus Eichenholz) und sind an ihrer Unterfläche zumeist mit starkem Eisen beschlagen. Ihre Wirkung ist wegen des geringen Gewichtes keine grosse, weswegen sie zum Festrammen der Pflastersteine auf Fahrdämmen nicht gut verwendet werden können.

Fig. 76.



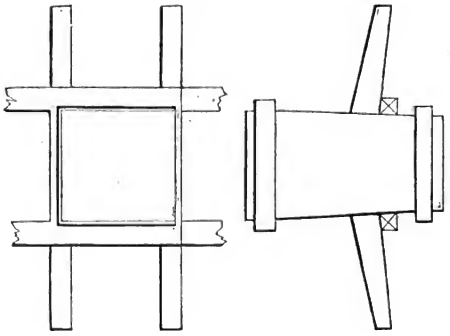
Die grossen Rammen, von denen uns die Fig. 77 ein kleines Bild giebt, haben ein Gewicht von 15—20 kg, falls sie von zwei Arbeitern gehandhabt werden sollen, ein Gewicht von über 20 kg bis 30 kg und noch mehr, wenn sie für vier Arbeiter bestimmt sind.

Diese grossen Rammen bestehen ebenfalls aus Hartholz und zwar besteht der Schaft aus bestem Eichenholz, während die Arme, an denen die Arbeiter die Ramme in die Höhe heben, aus Birken- oder Eschenholz gearbeitet sind. Sie sind gewöhnlich 0,65 m hoch und unten 0,25 m breit. Die Arme liegen gewöhnlich einen halben Meter über der Rammenunterkante, damit die Arbeiter sich nicht beim Aufheben der Ramme zu tief zu bücken brauchen. Diese grossen Rammen sind stets unten mit einem starken eisernen Boden versehen, weil selbst das feste Eichenholz ohne einen solchen Schutz durch die fortwährenden, ganz erheblichen Stösse gar bald ruinirt würde, sich unten aufspaltete und dann nicht mehr benutzt werden könnte.

Digitized by Google

Die Wirkung der grossen Ramme ist eine bedeutend grössere als die der Handramme. Deshalb lässt sich diese Ramme gut

Fig. 77.



zum Zusammenpressen der Pflastersteine des Strassendammes verwenden.*)

In neuerer Zeit aber ist die Ramme verdrängt worden durch die Walzen, namentlich durch die Dampfstrassenwalzen, weil sich die Ramme für verschiedene, vielfach zur Ausführung kommende Pflasterungsmethoden nicht bewähren konnte. Die Walze ist unter allen Umständen stets der Ramme vorzuziehen bei allen Macadampflasterungen und bei denjenigen Granitpflasterungen u. s. w., die in allerneuester Zeit mit grossen, parallelepipedischen Steinwürfeln gebaut werden, weil das Gewicht und die Leistung der Ramme hierzu nicht gross genug ist.

Dampframmen sind — soviel uns bekannt — bei Strassenbauten noch niemals versucht worden; dagegen hat man hier und da Zugrammen zur Dichtung der Strassen benutzt.

*) In neuerer Zeit verwendet man auch eiserne Stampfer zur Dichtung des Unterbettes der Kies- und Fusswege; für Steinpflasterungen sind dieselben aber nicht sehr empfehlenswerth.

Digitized by Google

Die Walzen.

§ 39. Veraltete und jetzt allgemein übliche Herstellungsweise. *)

Nachdem wir schon in dem vorhergehenden Paragraphen von den Vorzügen der Walzen gesprochen haben, kommen wir nun zu den Walzen selbst.

Bereits im Jahre 1787 soll de Cessart das Comprimiren der Landstrassen durch Walzen von etwa $3^1/_3$ m Länge und 0,9 m Durchmesser und 3500 kg Schwere bewirkt haben; indessen kam erst durch den berühmten Erbauer der Carousselbrücke, Polonceau, in Frankreich die Walze zur ausgedehnteren Verwendung.

Die allerersten Strassenwalzen bestanden aus hohlen oder massiven Holzcylindern, welche an ihrem äusseren Umfange mit Eisenblech beschlagen und — wenn sie hohl gewesen — mit Steinen oder Sand oder Lehm im Innern belastet waren. Die Länge solcher Walzen betrug etwa 1,5 m, der Durchmesser gewöhnlich 2,0 m, ihr Gewicht ohne Belastung etwa 3000 kg mit Belastung 8000 kg.

Da aber eine solche Holzwalze selbstverständlich sehr viele Reparaturen erforderte, so suchte man nach einem dauerhafteren Materiale für die Walzen und fertigte dieselben aus hartem Gesteine und zwar gewöhnlich aus Granit, den man aus der Lüneburger Haide bezog. Aber auch diese Granitwalzen waren unzweckmässig, weil sie gar bald ihre runde Form verloren und also auch ungleichmässig wirkten, weil sie nur durch Belastung der Achsen ein variables Gewicht erhalten konnten und weil sie die Zugkraft sehr erschwerten und namentlich die Zugthiere beim Anziehen übermässig anstrengten.

Aus diesem Grunde griff man zu dem Eisen. In der Jetztzeit werden fast nur gusseiserne Walzen construirt, die vor den Holz- und Granit-Walzen folgende Hauptvortheile gewähren:

1) die runde Form bleibt bei genügender Stärke der Blechwand dauernd;

*) Siehe v. Kaven, „Wegebau" S. 315 u. folgende. — Rühlmann, „Allgemeine Maschinenlehre" Band III S. 180 u. folgende. — Ahlburg, „Strassenbau", S. 124.

Digitized by Google

2) es kann eine Veränderung des Totalgewichtes der Walze leicht erzielt werden;
3) man kann das Gewicht durch die Mantelstärke von vorn herein festsetzen;
4) man hat die Wahl, die künstliche Belastung aussen oder im Innern anzubringen.

§ 40. Die Handwalzen.

Die am wenigsten zur Verwendung kommenden Walzen sind die Handwalzen, welche aus einem Gusseisencylinder bestehen, der durch einen oder zwei Arbeiter fortgerollt wird. Ein dritter Arbeiter geht gewöhnlich hinter der Walze mit einem Handbesen her, um die an der Walze haftenden Steinchen und Sand stetig loszulösen.

Die Handwalzen, die eine Maximallänge von 1,0 m und einen Durchmesser von höchstens 30 cm haben, können nur bei untergeordneteren Strassenpflasterungen, bei wenig benutzten Fusswegen und allenfalls bei kleinen Reparaturen benutzt werden.

Man sollte aber auch hier wenigstens eine Pferdewalze verwenden und die Handwalzen nur bei Kies- und Sandwegen benutzen, wo sie ihres verhältnissmässig geringen Gewichtes wegen den andren Walzen vorzuziehen sind.

§ 41. Die gebräuchlichsten Constructionen der Pferdewalzen.

Bei der Anschaffung und Benutzung einer gusseisernen Walze mit Pferdebetrieb hat man Folgendes zu beachten.

Man unterscheidet 2 Systeme und zwar:

I) das Zweideichselsystem, bei welchem die Pferde nach zurückgelegter Tour jedes Mal umgespannt werden müssen.

II) das Drehdeichselsystem,*) bei welchem das Walzengestell um die festliegende Walze gedreht wird, ohne dass die Pferde ausgespannt zu werden brauchen.

*) Obwol dieses Wort grade nicht harmonisch klingt, so glaubte der Verfasser dieses Werkes doch diesen Ausdruck einführen zu dürfen, weil er das Wesen dieses zweiten, bisher noch durch keinen einzigen Namen bezeichneten Systemes treffend erklärt.

Digitized by Google

Wie wir noch im Laufe dieses Paragraphen sehen werden, so ist das System I dem Drehdeichselsystem vorzuziehen. Dieses bessere System muss mit zwei Stangen (auf beiden Seiten je eine) oder mit einer Stange, die schnell umgesteckt werden kann, versehen sein.

Der Transport der Pferdewalzen von und zum Arbeitsplatze auf Rädern, das Anbringen von sog. Radstelzen vor und hinter der Walze auf fallendem oder ansteigendem Terrain, um den Zugthieren die Fortbewegung der Walze zu erleichtern, ist nach Ansicht der Praktiker zu unterlassen, weil die Erfahrung gelehrt hat, dass diese Anordnungen überflüssig — wenn nicht gar schädlich sind.

Da die Gefahr des Umwerfens mit dem Durchmesser der Walze wächst und mit der Länge der Walze selbstredend abnimmt, so sollte man denken, dass eine möglichst grosse Länge der Walze sehr vortheilhaft ist. Allein weil die Oberfläche der zu walzenden Bahn stets mehr oder minder convex ist, so darf man die Länge der Walze nicht gut über 1,5 m wählen, damit die Walze auf ihrer ganzen Länge wirken kann. Gewöhnlich beträgt aber die Länge der Walze 1,2 m.

Ebenso möchte man vielleicht geneigt sein, einen möglichst kleinen Durchmesser zu nehmen, der aber nicht empfehlenswerth ist, weil solche Walzen leicht das lose Steinmaterial bei ihrer Bewegung vor sich aufhäufen, wodurch die Operation des Walzens wesentlich erschwert wird. Je grösser man nun den Durchmesser nimmt, desto leichter lässt sich dieselbe fortbewegen, desto geringere Zugkraft hat man also nöthig. Aber, da der Durchmesser der Walze abhängt von der Höhe der Anspannung der Thiere, so vermeidet man gern einen Durchmesser von mehr als 2,0 m und bleibt zwischen den Grenzen von 1,5 m bis 2,0 m.

Die Dicke des gusseisernen Mantels wird zwar bestimmt nach dem Minimal- oder Maximalgewichte, welches die Walze demnächst besitzen soll; indessen darf man der Stösse und der natürlich unvermeidlichen Abnutzung wegen die Mantelstärke nicht gut unter 50 mm annehmen, damit das Blech noch genügende Widerstandsfähigkeit besitzt. — Walzen von mehr als 80 mm Wandstärke kommen nur ausnahmsweise vor. — Diesen Gusseisenmantel rundet man stets an den äusseren Ecken

Digitized by Google

auf je 2,5 cm bis 3,0 cm ab, um einem schädlichen Abspringen vorzubeugen.

Das Walzengestell, auch Ziehgatter oder Zuggatter genannt, in welchem die Achsen der hohlen Gusseisencylinder sich befinden, besteht aus einstämmigem Holze oder aus Schmiedeeisen; letzteres Material verdient ohne Zweifel den Vorzug.

Was endlich das Totalgewicht der Walze anlangt, so ist dies natürlich das Wichtigste bei der Benutzung! — Nach der Erfahrung zweier Autoritäten des Strassenbaues — der Herren Wegbaurath Bokelberg und Regierungs- und Baurath Voigts in Hannover — ist in der Regel dasjenige Totalgewicht auf Steinschlagbahnen*) das allen Anforderungen am meisten entsprechende, welches auf jede 30 cm Breite (jeden Breitenfuss) des Walzmantels im Minimum 1000 — 1500 kg (20 — 30 Ctr.), im Maximum 2000 bis 2500 kg (40 — 50 Ctr.) beträgt. Natürlich sind diese Grenzen durchaus nicht bindend, sondern es wird sich in jedem einzelnen Falle gar bald zeigen, welches Gewicht man am zweckmässigsten zu wählen hat.

Dieses Totalgewicht wird durch künstliche Belastung hervorgerufen, die man bei diesen Strassenwalzen im Innern oder in aussen am Gestelle angebrachten Belastungskästen vornehmen kann. Diese Belastungs- (auch Beschwerungs-) Kästen sind am besten unter dem Zuggatter anzubringen, weil sich dann die Füllung oder Entleerung derselben leichter vornehmen lässt. Befindet sich der Belastungskasten über dem Ziehgatter, so tritt ein erhebliches und störendes Schwanken des ganzen Walzapparates ein.

Die äussere Belastung vermehrt nicht nur die rollende Reibung, sondern auch die Zapfenreibung, während bei Anbringung der Belastung im Inneren des hohlen Cylinders der Walze keine Vergrösserung der Zapfenreibung eintritt. Aus diesem Grunde möchte man dieser letzteren Belastung den Vorzug geben und hat auch sehr oft die innere Belastung der äusseren vorgezogen und diese durch Einschieben

*) Wie wir noch im Abschnitt IV sehen werden, so ist auch ein Walzen der Reihenpflasterungen u. s. w. von grossem Vortheile für die Strassenbahn.

Digitized by Google

von schweren Quadersteinenen oder durch Einschüttung von Kies oder Sand*) oder durch Füllung des Cylinders mit Wasser herbeigeführt. Diese letztere Füllungsweise ist aber mit einigen Uebelständen verknüpft und deshalb nicht zu empfehlen. Sobald nämlich die Walze nicht vollständig gefüllt ist und Steigungen im Terrain eintreten, so sind Stösse unvermeidlich, auch wird durch das fortwährende Schwanken des Wassers die Zugkraft ruckweise vermehrt. Im Winter ist die mit Wasser gefüllte Walze nur sehr schwer zu benutzen, weil bei eintretender Kälte das Wasser friert; man hat also, um dieses Frieren zu verhüten, im Winter ausserdem noch die grosse Unbequemlichkeit des stetigen Warmhaltens des Walzcylinders.

Da — wie wir bei der Besprechung der „Walzoperationen" noch sehen werden — beim Beginn des Walzens mit einer nur geringen Schwere der Walze die zu comprimirende Strecke befahren wird, so ist die **innere** Belastung aber doch nicht so gut als die äussere, weil eine allmälige Erschwerung der Walzen kaum zu erreichen ist, weil das Einbringen der Belastung in das Innere des hohlen Cylinders sehr weitläufig ist, und die Walze selbst theurer wird, indem sie bei Weitem mehr Reparaturen nöthig hat. Gegen diese Nachtheile muss der kleine Nachtheil, dass bei äusserer Belastung eine Vergrösserung der Zapfenreibung eintritt, ganz verschwinden. Die Vermehrung der Zapfenreibung ist übrigens eine geringe, wie folgende kleine Ueberschlagsrechnung zeigt.

Sei z. B. das Gewicht der Walze $G = 6000$ kg, die wälzende Reibung $f = \frac{1}{15}$ beim Beginne des Walzverfahrens, so ist eine Zugkraft von:

$$6000 . \frac{1}{15} = 400 \text{ kg}$$

nöthig. Tritt nun eine innere Belastung von 6000 kg ein, so erfordert diese ebenfalls eine Zugkraft von

$$6000 . \frac{1}{15} = 400 \text{ kg},$$

zusammen also bedarf man einer Zugkraft von 800 kg bei innerer Belastung der Walze.

*) Weniger empfehlenswerth ist eine Füllung des Walzcylinders mit Lehm oder Gusseisenstücken.

Digitized by Google

Ist der Walzenhalbmesser = 120 cm, der Zapfenhalbmesser = 6 cm und f bei äusserer Belastung = 0,1, so haben wir die Gleichung:

$$6000 \cdot \frac{1}{200} = 30 \text{ kg}.$$

Um diese 30 kg wird also die Zugkraft durch die Vergrösserung der Zapfenreibung vergrössert; wir haben also bei äusserer Belastung eine Zugkraft von 830 kg nöthig. Zur Zeit der vollen Belastung ist übrigens die rollende Reibung erfahrungsgemäss zu $f = \frac{1}{40}$ einzusetzen, und wir erhalten dann:

$$6000 \cdot \frac{1}{40} + 6000 \cdot \frac{1}{40} = 150 + 150 = \mathbf{300} \text{ kg bei innerer Belastung,}$$

$300 + 30 = \mathbf{330}$ kg bei äusserer Belastung der Walze, also keine so erhebliche Vergrösserung der Zugkraft! —

Die Geschwindigkeit der Pferdewalzen beträgt etwa 0,6 m in der Secunde (also 36 m in der Minute oder 2160 m in der Stunde). Eine grössere Geschwindigkeit ist nicht anzurathen.

Was die Zugkraft anbetrifft, so rechnet man fast durchweg in der Praxis für jede 1000 kg Walzengewicht (jede Tonne) auf horizontaler Bahn **ein** Pferd. Da im Durchschnitt (und zumeist) die Walzen mit Pferdebetrieb ein Gewicht von **6000** kg haben, so werden durchschnittlich **6** Pferde vorgespannt werden müssen. Damit die Pferde nicht bei stärkerer Kraftanstrengung stark auftreten, so gilt als Regel, nichts an Bespannung zu ersparen.

Verwendet man Walzen, bei denen nach jeder zurückgelegten Tour die Pferde umgespannt werden müssen (das sogenannte Zweideichselsystem, s. unten), so hat man erfahrungsgemäss für das Umspannen 6 Minuten zu rechnen. Bezeichnet man mit L die Länge der gewalzten Strecke in Metern, so hat man für diese Strecke

$$\frac{L}{36} + 6 \text{ Minuten}$$

nöthig; und bei der gewöhnlich angenommenen Arbeitszeit von 8 Stunden täglich ist die Anzahl der Touren (T):

$$T = \frac{8 \cdot 60 \cdot}{\frac{L}{36} + 6} = \frac{17280}{L + 216}.$$

Digitized by Google

Z. B. sei $L = 240$ m, so ist $T = \frac{8.60.}{\frac{240}{36}+6} = \frac{17280}{456} =$ $67\frac{1}{2}$ Touren pro Tag, von denen eine Tour also: $\frac{240}{36}+6 = 6{,}7 + 6 =$ ungefähr 13 Minuten dauert.

Jede Pferdewalze muss mit einer Deichsel oder auch mit zwei Deichseln (auf jeder Seite eine) versehen sein; auch hat sie Bremsen (Klotzbremsen) und sogenannte Kratzeisen, mit denen das an der Peripherie der Walze haftende Steinmaterial abgelöst wird. Die oben mehrfach erwähnten Belastungskasten sind gewöhnlich aus Holz, seltener aus durchlöchertem Eisenblech.

Das Gewicht einer Walze von 1,5 m Durchmesser und 1,2 m Länge und 4 cm Mantelstärke*) beträgt incl. des Gestelles, der Deichsel, der Belastungskasten u. s. w. ungefähr 3 Tonnen (60 Ctr.), bei 5 cm Mantelstärke 3500 kg (70 Ctr.), bei grösserer Mantelstärke und Anwendung von Scheiben zum Verschluss der Stirnflächen**) nach v. Kaven etwa 4250 kg (85 Ctr.). Die Belastung einer solchen Walze mit Wasser beträgt etwa 1250 kg (25 Ctr.) und mit festen Materialien je nach deren Beschaffenheit 1750 kg bis 3250 kg (35—65 Ctr.), so dass also eine solche Walze im Durchschnitt 6 Tonnen (6000 kg oder 120 Ctr.) wiegt, was auch erfahrungsgemäss zutrifft.

Ueber die Dauer der Walzung werden wir noch in dem nächsten Theile genügend sprechen; da wir zum Schluss dieses Kapitels über die Kosten derselben Angaben machen wollen, so können wir jetzt zur Besprechung von einigen der gebräuchlichsten Strassenwalzen mit Pferdebetrieb übergehen.

Nach Bokelberg***) hat sich in Hannover am meisten eine Walze bewährt, welche folgende Dimensionen hat. Der Cylindermantel, aus Gusseisen gefertigt, hat 7,3 cm Stärke und

*) Bei einer so geringen Mantelstärke sind selbstverständlich innere Verstärkungsrippen unbedingt nothwendig.

**) Bei fast allen Walzen wird der Cylinder an seinen Stirnflächen mit dünnen gusseisernen Scheiben versehen, die aber ohne Schaden auch fortgelassen werden können; sie vermehren selbstredend das Gewicht einer Walze.

***) Bokelberg „Ueber das Festwalzen des frisch aufgebrachten Steinschlages bei Herstellung und Reparatur von Chausseen," Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Band IV, 1858, S. 138 — und v. Kaven, „Wegebau" S. 317. 318.

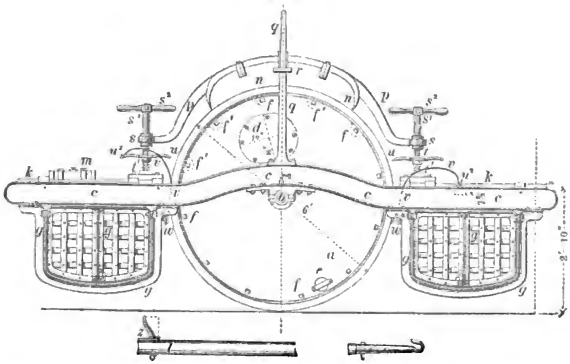
Digitized by Google

eine Länge von 1,07 cm; die Höhe der Walze beträgt 1,9 m. Der Cylinder ist mit einem geeigneten Gestell zum Anspannen von 6—8 Pferden versehen. Die Pferde können selbstverständlich umgespannt werden. Die Walze kann künstlich durch Belastungsquader, welche nicht nur symmetrisch, sondern auch radial anzuordnen sind, allmälig bis auf das Gesammtgewicht von etwa 7500 kg gebracht werden.

In dem berühmten Werke von Rühlmann*) finden sich zwei genaue Abbildungen von dieser hannoverschen Strassenwalze, die wir mit dem zugehörigen Text hier folgen lassen. Fig. 78 zeigt den Aufriss und Fig. 79 den Grundriss der Walze in $\frac{1}{36}$ natürlicher Grösse. (Die eingeschriebenen Masse sind Hannoversche.)

Die ebenen End- oder Bodenflächen der Walze sind eingesetzt und durch Schrauben *f* an die Flantschen *f'* gehörig be-

Fig. 78.



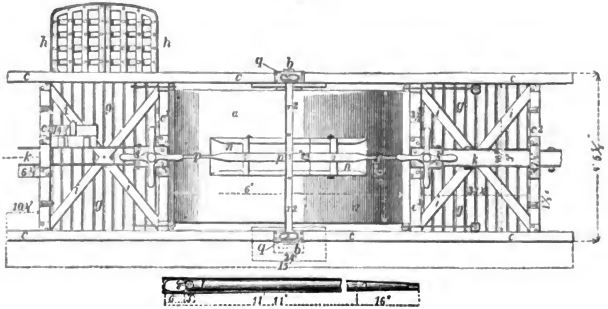
festigt. Ein Mannloch *d* gestattet das erforderliche Einsteigen in die Walze, während eine Oeffnung *e*, nahe dem Mantel der Walze, zum Füllen und Leeren dient, wobei vorzugsweise das weniger empfehlenswerthe Füllen mit Wasser das Belastungsgewicht hervorruft.

*) „Allgemeine Maschinenlehre", Band III, S. 183, 1877.

Digitized by Google

Achse und Zapfen *b* der Walze sind von Schmiedeeisen und haben letztere 6 — 7,3 cm Durchmesser. Die beiden ebenfalls schmiedeeisernen Rahmenstücke *c c* des Gestelles sind aus I-Eisen

Fig. 79.



gebildet und durch eiserne Querriegel c^2 und c^3 unter einander gehörig verbunden.

Die Construction der schmiedeeisernen Belastungskasten *g g* erhellt ohne Weiteres aus den Abbildungen und dürfte deshalb kaum erforderlich sein, noch auf deren Bodenversteifungschienen *i i*, sowie auf die beim Füllen zu öffnenden Klappen *h h* besonders aufmerksam zu machen.

Zur Vermeidung des Umkehrens beim Vor- und Rückwärtsbewegen der Walze lassen sich in Hülsen *k k* entweder gleichzeitig zwei Deichseln*) *l* zum Anspannen der Pferde anbringen, oder eine einzige vorhandene Deichsel lässt sich ohne Weiteres vorn oder hinten einlegen und befestigen. Zum Anbringen eines Schleppschwengels dient ein etwas gebogener Bolzen *z* (Fig. 78). An dem einen Gestellende befindet sich ein Kasten *m* zur Aufnahme etwa erforderlichen Werkzeuges.

n n ist ein hölzerner Bremsbacken, welchem durch Bügel $r r^2$ und durch Ständer *q* eine entsprechende Führung ertheilt wird. Auf dem Rücken des Backens *n* ist eine schmiedeeiserne Schiene *p p* befestigt, deren äusserste Armenden so gestaltet sind, dass sie

*) Um Raum zu ersparen, sind dieselben unter die Abbildungen gezeichnet worden.

Digitized by Google

eine Schraubenmutter s aufnehmen können, wozu die Schraube t gehört. Die Spindel s^1 der letzteren ist im Fusslager t^1 so angeordnet, dass sie sich dort um ihre Verticalachse drehen, aber nicht fortschreiten kann. Beim Drehen an den Handgriffen s^2 geht demnach nur die Mutter s auf und ab, wodurch aber auch das beabsichtigte Bremsen oder Lösen hervorgebracht wird. Eine zweite, mit Handbügeln ausgestattete Mutter soll jedem zu weit gehenden Anspannen des Bremsbackens eine Grenze setzen.

Zum entsprechenden Reinigen der Mantelfläche der Walze sind Schaber w vorhanden. Zur Aufnahme der letzteren sind an den Seiten des Gestellrahmens zwei gleiche Hebel $v\,v^1$ angebracht, die sich um v^1 drehen und an den äussersten Enden mit geeigneten Gewichten u^2 belastet werden können, sobald die Schaber in Wirksamkeit treten sollen. Behauptet wird, dass sich zu dieser Walzenreinigung noch besser Ruthenbesen eignen, welche man über der Walze an rechter Stelle anbringt.

Mit Walzen dieser Construction ist jeder Streifen einer 7,3 cm bis 12,2 cm starken Steinschlagdecke 25—100 Mal (je nach der Beschaffenheit des Materiales, der Dicke der Schüttung und auch andren Umständen) zu walzen, bevor die Bahn dicht und eben genug ist.

Die neueren hannoverschen Walzen können entweder mit Wasser oder mit Steinen künstlich belastet werden; sie wiegen leer etwa 5800 kg (116 Ctr.) und voll belastet etwa 10,2 Tonnen (10 200 kg oder 204 Ctr.) und kosten etwa 1410 M.*) (470 Thlr.) pro Stück.

Das Gewicht dieser Walze setzt sich folgendermassen zusammen:

1) leer: an Gusseisen	4787,5	kg	(95 Ctr.	75 Pfd.),
an Stabeisen	415,75	„	8	„	$31\frac{1}{2}$ „
30 Cubikfuss (hannov.) Holz à 20 kg . . .	600,00	„	12	„	— „
Summa	5803,25	kg	(116 Ctr.	$6\frac{1}{2}$ Pfd.).
2) mit Wasser gefüllt: 80 Cubikfuss Wasser à 25 kg . .	2000,00	„	40	„	— „
3) dazu mit Steinen voll belastet: 64 Cubikf. (hann.) lose eingeschichtete Steine à 37,5 kg	2400,00	„	48	„	— „
Summa	10203,25	kg	(204 Ctr.	$6\frac{1}{2}$ Pfd.).

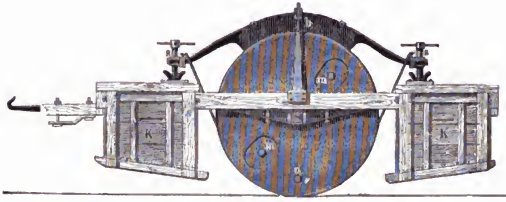
*) In Hannover kostet eine Walze von diesen Dimensionen incl. dem Eisengestell etwa 2100 Mark.

Digitized by Google

In den der Arbeit des Wegebaumeisters Söhlke*) entnommenen Figuren 80 und 81 bedeuten *m m* die in der (4,6 cm starken) Stirnplatte befindlichen Mannlöcher, *o* die zum Füllen

Fig. 80.

Fig. 81.



des Cylinders dienende, mit einem abgedrehten Holzstöpsel zu verschliessende Oeffnung. Die Holzkasten *K K* dienen zur Aufnahme der Steinbelastung, sie liegen sehr zweckmässig unter dem hölzernen Gestelle (Zuggatter). Die Schrauben *s s* dienen zur Feststellung der Bremse *b*. Diese Walze ist im unbelasteten Zustande durch vier Pferde, im belasteten Zustande durch acht bis zehn Pferde zu bewegen. —

Die soeben besprochenen Walzen gehörten zum sogenannten Zweideichselsystem, bei welchem die Pferde nach zurückgelegter Tour jedes Mal erst umgespannt werden müssen. Das Drehdeichselsystem, das namentlich im Königreiche Sachsen vielfache Verwendung fand, beschreibt Hugo Fischer**) wie folgt:

*) Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ingen.-Vereins, Band VIII, 1862, S. 340.

**) H. Fischer in Dresden „Ueber Strassenwalzen" Civilingenieur, Band XXI, 1875, S. 317 u. flgd.

Digitized by Google

Bei der von dem Maschinenfabrikanten Ketzer in Gemeinschaft mit dem Chaussee-Inspector Lehmann erfundenen und in den Jahren 1864 bis 1869 in Sachsen patentirt gewesenen Strassenwalze besteht der arbeitende Theil aus einer gusseisernen Walze, deren Stirnflächen durch Gusseisenscheiben geschlossen sind. Diese Scheiben sind an vorspringende Falze des Walzenumfanges geschraubt und gegen diese gut abgedichtet. Zum Zweck der leichteren Ausführung der Dichtung ist eine der Scheiben mit einem, für gewöhnlich durch einen Deckel verschlossenen Mannloch versehen. In der andren befindet sich möglichst nahe dem Rande ein mit einer Schraube verschliessbares Loch, durch welches die Füllung der Walze mit Wasser erfolgt.

Die Achse der Walze ist auf einer entsprechend durchbrochenen, kreisrunden Platte gelagert, deren Umfang mit einer breiten Nuth versehen ist. In dieser Nuth liegt ein zweitheiliger Schmiedeeisenring, welcher einerseits durch ein Charnier zusammengehalten ist, andrerseits in zwei grade Stücke ausläuft, zwischen denen die Deichsel durch Schraubbolzen gehalten wird. Zur grösseren Stabilität sind die graden Stücke gegen den Ring durch schräge eiserne Streben abgesteift. Diese Streben tragen durchbohrte Warzen, durch welche während des Walzens und Seitwärtsfahrens mittelst eingeschobener Vorsteckbolzen eine Kuppelung des schmiedeeisernen Ringes mit der Gussplatte erzielt wird.

Ist die Walze am Ende der Strassenstrecke angekommen, so werden die Vorstecker gelöst und die Pferde um die feststehende Walze herumgeführt, wobei der Schmiedeeisenring in die Nuth der Gussplatte gleitet.

Das Bremsen der Walze erfolgt durch zwei über die Länge derselben hinlaufende Holzklötze, deren Enden in gusseisernen Schuhen ruhen. Die letzteren sind durchbohrt, mit Gewinde versehen und können durch Drehung zweier Schraubenspindeln an die Walze gedrückt werden.

Damit während des Bremsens die Zugpferde nicht die volle Last der Deichsel und des Rahmens zu tragen haben, ist eine Rolle zwischen Deichsel und Walze angeordnet, auf welche sich das ganze Gestell stützen kann. Das Abstreifen des Strassenschmutzes von der Walze erfolgt durch zwei einarmige, mit

Digitized by Google

Streicheisen versehene Hebel, welche mittelst einer Handkurbel und Schraube der Walze genähert werden können. — —

Nach Mittheilungen des Herrn Oberstrassenmeisters Thieme in Dresden haben sich die Walzen des Ketzer'schen Systemes nicht bewährt, da dieselben während der Benutzung die folgenden Uebelstände zeigen:

1) bei dem Walzen der Strassenränder, welche auf Landstrassen (und auch zuweilen auf städtischen Strassen) mit Bäumen bepflanzt sind, zeigt sich der weit über die Stirnflächen der Walze vorspringende Rand der Drehscheibe sehr hinderlich, indem er das dichte Heranfahren der Walze an die Bäume und somit die Comprimirung der Strassenränder unmöglich macht. (Dieser Uebelstand ist wol der kleinste an der Walze und von keiner Bedeutung bei unsren städtischen Strassenanlagen, die doch verhältnissmässig selten mit Bäumen geziert sind. — Anm. d. Verf. d. Werkes.)

2) die Anwendung der Schrauben zum Andrücken der Bremsklötze an die Walze und zur Bewegung der Streicheisen bietet in Folge der zu grossen Complicirtheit des Mechanismus sowol, als der sehr schnell eintretenden Verstopfung und Abnutzung der Schraubengewinde durch Strassenschmutz mannigfache Uebelstände dar.

3) das Umlenken der Pferde ist nicht in allen Fällen — namentlich bei schmalen Strassen, deren Ränder mit Bäumen bepflanzt sind, ausführbar und öfters durch einseitige Klemmungen des Deichselringes in der Nuth der Gusseisenscheibe mit einem Bruch der Deichsel oder sonstigen Beschädigungen der Maschine verbunden.

Die Strassenbauverwaltung zu Dresden hat aus diesen Gründen vorgezogen, sich wieder dem gewöhnlich angewandten Zweideichselsystem zuzuwenden. Die nach diesem System construirten Walzen sind ebenfalls von Gusseisen und mit Wasserfüllung versehen, die zwar — wie wir bereits erfuhren — aus verschiedenen Gründen nicht sehr empfehlenswerth ist. Unsres Erachtens schafft eine Belastung durch schwere Steine grössere Bequemlichkeiten, weswegen wir dieser entschieden den Vorzug geben müssen.

Die Dresdener Walzen haben einen Durchmesser von 1,65 m, eine Länge von 1,1 m, eine Wandstärke von 6,5 cm und ein Gewicht im ungefüllten Zustande von 6000 kg. An ihnen sind

Digitized by Google

sämmtliche Schraubenstellungen vermieden. Die Bremse besteht aus zwei sich über den halben Walzenumfang legenden 7,5 cm breiten, 0,45 cm dicken Schmiedeeisenbändern, welche durch Hebel von der Bedienungsmannschaft angedrückt werden können. Die Streicheisen sind an doppelarmigen, um eine Achse drehbaren Hebeln befestigt und werden durch auf die Hebel wirkende Gewichte gegen den Walzenumfang gedrückt. Die Achsen dieser Hebel, sowie diejenigen der Hebel für die Bandbremse sind in einem die Walze umgebenden schmiedeeisernen Rahmen, welcher mit Lagern auf den Endzapfen der Walzenachse ruht und an welchem auch die beiden Deichseln befestigt sind, gelagert.

Zum Transport auf frisch geschotterter Strasse erfordert die mit etwa 2000 kg Wasser gefüllte Walze im Maximum eine Bespannung von 8 Pferden, da man auf 1 Tonne (1000 kg) stets 1 Pferd rechnet, und lassen sich die Kosten des Walzens pro Quadratmeter Strassenfläche auf ungefähr 5 Pfennige veranschlagen.

§ 42. Die Dampfwalzen.*)

Eine bedeutend längere Dauer der Strasse, eine billigere Herstellung und Unterhaltung derselben wird erzielt, wenn man statt der Pferdewalzen die bei Weitem besseren Dampfstrassenwalzen zur Befestigung des Deckmateriales verwendet. Zwar meinen einige Ingenieure, dass die meisten Dampfstrassenwalzen noch den grossen Fehler haben, dass sie für den Beginn des Verfahrens noch zu schwer sind und in ihrem Gewichte nicht genügend gesteigert werden können. Allein diesem Fehler ist bei den beiden Walzen, die wir hier besprechen wollen, abzuhelfen gesucht worden, so dass wir in Anbetracht der vielen Vorzüge, die diese Walzen haben und die wir im nächsten Paragraphen noch näher kennen lernen werden, den Baubehörden stets die Anschaffung dieser statt der Pferdewalzen warm empfehlen können.

*) Diesen Paragraphen verdankt der Verfasser — wenn nichts Andres bemerkt ist — der Güte der Herren Jacob u. Becker (Leipzig, Blücherplatz), welche die Vertreter der bekannten Firma Aveling u. Porter in Rochester für Deutschland sind.

Digitized by Google

Die beste, durch verschiedene Behörden als vollkommen zweckmässig erkannte Dampfstrassenwalze ist die von Aveling u. Porter in Rochester. Diese Strassenwalze ist eine Anwendung der gewöhnlichen Strassenlocomotive von denselben Erfindern zum Gebrauche auf Wegen, und wurden bei ihrer Construction alle jene Verbesserungen angebracht, die eine langjährige Erfahrung an die Hand gab. Die Maschine ruht, wie aus Fig. 82 ersichtlich, auf vier walzenartigen Rädern von gleicher Breite, wovon die beiden vorderen als Triebräder dienen, während die beiden hinteren, an einer Drehscheibe befestigten Walzenräder, nebst der Steuerung noch den Zweck haben, den von den beiden Vorderwalzen nicht bedeckten Zwischenraum auszufüllen.

Die Einrichtung der Drehscheibe gestattet auch, dass die vier Walzenräder — durch entsprechende Stellung — der Krümmung des Strassenkörpers angepasst werden können, so dass jede beliebige Convexität der Oberfläche zu erlangen ist. Da das Gewicht auf beide Walzenpaare gleichmässig vertheilt ist, so wird auch der Strassenkörper gleichförmig niedergepresst.

Die Maschine benöthigt zur vollen Umkehr einen nur wenig breiteren Raum als ihre eigene Länge beträgt; sie überwindet daher steile Erhöhungen, ohne den Feuerkasten zu beschädigen.

Indem sie alle die praktischen Vortheile bietet, welche der horizontale Kessel vor dem verticalen hat, verhindert sie durch ihre Einrichtung das Mitreissen des Wassers mit dem Dampfe und zeichnet sie sich, nebst ihrer tiefen Schwerpunktslage, auch durch Oekonomie im Gebrauche des Brennstoffes und in der geringen Abnutzung der Maschine aus.

Eine schätzbare und für den Strassenbau namentlich beachtenswerthe Eigenthümlichkeit dieser Gattung von Strassenwalzen besteht darin, dass dieselben auch zum Betriebe von Zerkleinerungs- oder ähnlichen stabilen Maschinen (s. § 35) verwendet werden können, wenn man sie nicht zur Walzarbeit braucht.

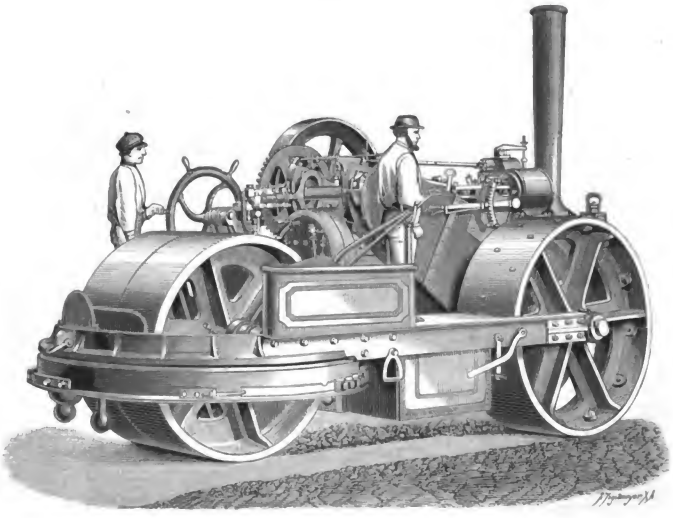
Jede Patent-Dampfstrassenwalze erhält beim Ankauf gratis folgende Utensilien: eine Oelkanne, einen englischen Doppelschraubenschlüssel, ein Sortiment Schraubenzieher, Schraubenhammer, zwei Wasserstandsgläser und Unterlagsscheiben, mehrere Schüreisen, Röhrenwischer und Eisenstange.

Digitized by Google

Dampfwalzen dieser Construction werden in folgenden Grössen erzeugt:

zum Walzen auf etwa 1,8 m*) Breite mit 8, 10, 15 Tonnen,
„ „ „ „ 2,12 „ „ „ 20 Tonnen,
„ „ „ „ 2,44 „ „ „ 25 „
„ „ „ „ 2,75 „ „ „ 30 „

Fig. 82.



Die **Geschwindigkeit** der Dampfstrassenwalzen variirt zwischen 2,4 und 4,8 km pro Stunde (40 und 80 m pro Minute).

Die Arbeitsauslagen betragen je nach der Grössengattung 15—25 Mark pro Tag, womit der Arbeitslohn für

*) Diese Maasse sind etwas unrund, weil sie aus englischen Maassen berechnet sind.

Digitized by Google

Digitized by Google

den Führer und den Steuermann, die Koke und Oel für die Maschine, bestritten werden.*)

Erfahrungsgemäss hat sich bei Anwendung der Dampfwalzen dieser Art eine Ersparung von 50 Procent der sonstigen Wegereparaturkosten ergeben.

Neuerdings wird statt der soeben beschriebenen Dampfwalze die Neue Patent-Dampfstrassenwalze**) von denselben Erfindern bei Chaussirungen mit Vortheil benutzt, die in mancher Hinsicht der älteren Maschine vorzuziehen ist. (Fig. 83.)

Das Streben, das Gewicht der Dampfwalze noch mehr zu verringern, als es bei den Maschinen möglich ist, welche nach dem Muster der auf der vorhergehenden Seite beschriebenen Walze construirt wurden, führte auf diese neue Erfindung. Aus der Zeichnung geht hervor, dass die Eintheilung einer gewöhnlichen Strassenlocomotive im Allgemeinen beibehalten wurde; dagegen sind die Triebräder bedeutend breiter und bilden die Seitenwalzen, während der lichte Raum zwischen denselben durch ein Paar Steuerwalzen gedeckt wird. Diese letzteren sind leicht conisch geformt, so zwar, dass sie auf der Grundlinie dicht zusammenlaufen, während oberhalb der Achse der Raum zur Aufnahme des Schaftes frei bleibt, welcher dieses Walzenpaar mit der Maschine verbindet und gleichzeitig das vordere Ende des Kessels trägt. Diese Locomotive ist, gleich der auf vorhergehender Seite beschriebenen, vollständig zum Treiben eines Steinbrechers und als gewöhnliche befestigte Maschine zum Ar-

*) Aveling u. Porter führten diese Dampfstrassenwalze im Jahre 1868 ein und haben seitdem eine grosse Anzahl erzeugt; unter andren Orten arbeiten diese Walzen augenblicklich in London, Edinburgh, Liverpool, Manchester, Birmingham, Leeds, Sheffield, Bradford, Hull, Huddersfield, Brigthon, Darlington, Middlesbrough und Blackpool; dann in New-York, Boston, Washington, Philadelphia, Chicago, Toronto, New-Haven, Auburn, Newark, Bridgeport, St. Louis und Rochester; in Berlin, Wien, Pesth; endlich in mehreren Provinzen Indiens und Australiens u. s. w. u. s. w.

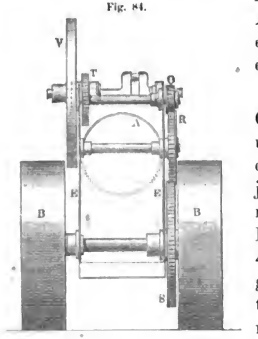
**) Siehe die Quellen: Rühlmanns Allg. Maschinenlehre Band III, S. 191. — Annales des ponts et chaussées. Januarheft 1876. — Diese Dampfwalze war auf der Wiener Weltausstellung 1873 in Thätigkeit.

Digitized by Google

beiten geeignet. Dieselbe besitzt ausser der grösseren Walze die beträchtlichen Vortheile steile Höhen zu besteigen, und wird dabei nur von einem Mann geführt. Gleichfalls kann sie als Zugmaschine nach Belieben verwandt werden.

Die Figg. 84 und 85 zeigen uns Details dieser Dampfwalze in kleinerem Masstabe. Hierin ist *A* der Dampfkessel, *D* der Ort der eincylindrischen Dampfmaschine, *V* das zugehörige Schwungrad.

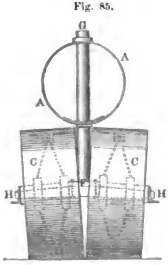
Fig. 84.



Der ganze Bau von 2—8 Tonnen Gewicht ruht auf 4 Rädern *B B* und *C C*. Von den beiden cylindrischen Hinterrädern, deren Breite je 40 cm beträgt, ist das eine Triebrad. Die Vorder-, Directions- oder Leiträder, die je eine Breite von 43 cm haben, sind etwas conisch gestaltet. Die Bewegungsübertragung von der Welle des Schwungrades *V* aus erfolgt ausschliesslich durch Zahnräder *T*, *Q*, *R* und *S*. Zur Stützung zugehöriger Theile dienen starke Blechwände *E E*.

Die beiden conischen Leiträder *C C* stecken so auf einer nach beiden Seiten abfallenden Achse *H H* (Fig. 85), dass die beiden die Wegfläche berührenden Kegelseiten immer genau eine Gerade bilden. Die inneren Kanten dieser beiden Räder berühren sich demgemäss im tiefsten Punkte, so dass sie also eine Fläche ohne offenen Mittelstreifen walzen. Den durch das Auseinanderklaffen dieser beiden Räder nach oben hin entstehenden freien Raum hat man durch Durchstecken eines Drehzapfens *F G* benutzt, der mit seinem oberen Ende aber in zwei am Kesselkopfe angebrachten Consolen ruht. Die Lagerung in diesen letzteren ist ausserdem noch so angeordnet, dass nicht nur eine Drehung um die Verticalachse eintreten, sondern auch ein geringer seitlicher Ausschlag stattfinden kann, damit die

Fig. 85.



Digitized by Google

Räder *CC* sich den Unregelmässigkeiten der Fahrbahn anschmiegen können.

Die Enden der Vorderachse *HH* (Fig. 85) ruhen in einer Gabel, deren Stiel um eine Achse drehbar ist. Um eine solche Drehung bewirken zu können, hat man eine geeignete Transmission mittelst einer Kette und einer Combination von Zahnrädern und endloser Schraube angeordnet, die an der Führerstelle von einem Handrade aus in Thätigkeit gesetzt werden kann. Hat man hierdurch die Vorderachse *HH* in die genau parallele Stellung zur Hinterachse *BB* gebracht, so erfolgt der Fortlauf der Maschine in gerader Linie. Soll dagegen von der geraden Linie abgewichen werden, so genügt es, die passende Verdrehung der Vorderräder um die Verticalachse *FG* vorzunehmen.

Diese neue Patent-Dampfstrassenwalze wird augenblicklich nur noch gebaut; sie hat ausser den schon durch die Beschreibung bekannten Vorzügen gegen das alte Modell auf S. 180 noch den grossen Vorzug, dass sie billiger ist als dieses. *)

§ 43. Kosten des Walzverfahrens mit Pferd- und Dampfwalzen, nebst amtlichen Berichten über die Leistung der Dampfwalze von Aveling und Porter.

Nach englischen Berichten können mit einer Dampfwalze von 15 Tonnen Gewicht pro Stunde durchschnittlich 193 m Strassenfläche vollständig fertig gewalzt werden. Hierbei belaufen sich die aufgewendeten Arbeitskosten, excl. des Schotters, auf 21 M. (vergl. amtlichen Bericht aus Berlin auf S. 185), welche sich wie folgt vertheilen:

Arbeitslohn für den Maschinisten . .	5 M.	— Pf.
„ „ „ Heizer	3 „	— „
225 kg Kokes à 2 Pf.	4 „	50 „
Verbrauch an Oel, Talg, Putzwolle . .	2 „	— „
	14 M.	50 Pf.

*) Die gegenwärtigen Preise sind folgende: 1 Dampfwalze von 10000 kg (200 Ctr.) Gewicht kostet franco circa 10000 M., 1 Dampfwalze von 15000 kg (300 Ctr.) Gewicht kostet franco circa 12000 M. Wir bemerken indessen, dass diese Preise sehr veränderlich sind und nur als Durchschnittswerthe betrachtet werden müssen.

Digitized by Google

Transport: 14 M. 50 Pf.

Rechnet man ferner das Jahr zu 250 Arbeitstagen, für Abnutzung der Maschine 10% und die Zinsen des Anlagecapitales, das für eine 15 Tonnen schwere Dampfstrassenwalze etwa 11000 M. beträgt, zu 5%, so ergiebt sich pro Tag ein Zuschlag von 6 „ 50 „

In Summe: 21 M. — Pf.

Hiernach können ohne Rücksicht auf Amortisation und Verzinsung des Anlagecapitales 132,8 qm für eine Mark oder 1 qm für 0,75 Pf. gewalzt werden, mit Rücksicht dieser dagegen nur 91,7 qm für 1 M. oder 1 qm für 1,09 Pf.

Dagegen betragen die Arbeitskosten bei einer mit 6 Pferden bespannten Pferdewalze gering gerechnet pro Tag 36,00 M., die sich etwa folgendermassen vertheilen lassen.

Arbeitslohn für Reinigen der Bahn, Begleitung der Walze und Wiederbedecken des Pflasters (5 Arbeiter)	12 M. — Pf.
Für die Bespannung der Walze, 6 Pferde $^3/_4$ Tag zu walzen à 3,25 M.	19 „ 50 „
6 Pferde $^1/_4$ Tag für den Hin- und Rücktransport der Walze à 75 Pf.	4 „ 50 „
Summa:	36 M. — Pf.

Da mit einer Pferdewalze im Durchschnitt pro Stunde nur 90 m Strassenfläche vollständig fertig gewalzt werden können, so kostet der laufende Meter (bei Annahme von 10 Arbeitsstunden pro Tag) genau 4 Pf. (s. d. amtl. Berichte) ohne Rücksicht auf Amortisation und Verzinsung des Anlagecapitales (s. § 41, Schluss).

„Die Leistungen der Dampfwalze“ — so heisst es in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1873. S. 515 — „verhalten sich zu denen der Pferdewalze wie **1638 : 1000** und die Kosten der Walzung wie **742 : 1000**.“

Hieraus wird folgender Schluss gezogen:

„Stellen sich schon nach diesen ersten Versuchen (1873) die Leistungen der Dampfwalze zu etwa $\frac{5}{3}$, wenn die der Pferdewalze = 1 gesetzt werden, während die Kosten der

Digitized by Google

Walzenarbeit bei ersteren noch nicht $\frac{3}{4}$ der letzteren betragen, — so wird sich dies Alles noch vortheilhafter gestalten, wenn das Maschinen- und Banpersonal im Gebrauche der Dampfwalze noch mehr Uebung erlangt haben wird und die Steinkohlenpreise noch niedriger werden; noch gar nicht zu denken, dass beim Gebrauche der Dampfwalze die Decklagen fester werden, eine glattere Oberfläche erhalten, als dies bei den (viel weniger wiegenden) Pferdewalzen möglich ist, endlich die Chanssirungsarbeiten viel rascher von Statten gehen und somit der Verkehr kürzere Zeit behindert wird!" — —

Zum Schluss der Besprechungen über die Walzen wollen wir noch zwei amtliche Berichte veröffentlichen, zu denen wir Folgendes zu bemerken haben.

Der erste Bericht aus Berlin enthält die Leistungen einer Patent-Dampfstrassenwalze von Aveling & Porter älterer Construction, wie solche auf S. 180 von uns ausführlich besprochen worden ist, wogegen der zweite Bericht aus der Stadt Winterthur einer Neuen Patent-Dampfstrassenwalze von Aveling & Porter gilt, die wir auf S. 182 veröffentlichten. Diese letztere Dampfwalze ist kleiner als die erste, denn sie hat nur ein Gewicht von 10000 kg (10 Tonnen oder 200 Centnern).

Erster Bericht.

Copie. Berlin, d. 4. Oct. 1873.

„Die Dampfwalze befestigte vom 5. Juni bis 2. August cr. 14527,6 qm neue Decklagen, zu deren Anfertigung 1254 cbm Steinschlag verwendet worden sind. Die Betriebskosten der Dampfwalze während dieses Zeitraumes belaufen sich auf 315 Thlr. 13 Sgr. (946,3 M.), so dass das Walzen von 100 qm Decklage 2 Thlr. 5 Sgr. 2 Pf. (6,52 M.) und 1 cbm Steinschlag 7 Sgr. 6 Pf. (0,76 M.) durchschnittlich gekostet hat.

Die Befestigung dieser neuen Decklage durch die Dampfwalze hat eine Arbeitszeit von 422¼ Stunden erfordert und sind danach im Durchschnitt in einer Stunde 34,405 qm Steinbahn und 2,96 cbm Steinschlag festgewalzt worden.

Die Ausgaben für den Betrieb der Dampfwalze betragen nach den bisherigen Erfahrungen pro Tag durchschnittlich:

Digitized by Google

a) an Arbeitslohn	2 Thlr.	15 Sgr.	(7 M. 50 Pf.)
b) „ Brennmaterial . . .	3 „	21 „	(11 „ 10 „)
c) „ Schmiere (Oel, Talg etc.)	1 „	7 „	(3 „ 70 „)
	7 Thlr.	13 Sgr.	(22 M. 30 Pf.)

Rechnet man hinzu die täglichen Unterhaltungskosten der Dampfwalze, die Zinsen des Anlagecapitales und den Amortisationsbetrag etwa 10% des 5800 Thlr. (17400 Mark) betragenden Anlagecapitales mit rot. 1 Thlr. 18 Sgr. (4,80 M.) so beläuft sich die tägliche Ausgabe auf rot. **9** Thlr. **2** Sgr. **6** Pf. (**27**,26 M.).

Die Bespannung und Bedienung einer Pferdewalze kostet dagegen täglich:

a) Gestellung der 4 Pferde à 2 Thlr	8 Thlr.	— Sgr.	(24 M. — Pf.)
b) Lohn für 1 Arbeiter zum Lenken der Walze . . .	— „	25 „	(2 „ 50 „)
Lohn für 1 Arbeiter zum Reinigen der Walze . .	— „	25 „	(2 „ 50 „)
Lohn für 3 Arbeiter zum Beseitigen d. Pferdedüngers und Einebenen der Pferdespuren etc.	2 „	15 „	(7 „ 50 „)
	12 Thlr	5 Sgr.	(36 M. 50 Pf.)

Die Beschaffung einer Pferdewalze ist auf rot. 600 Thlr. (1800 M.) zu veranschlagen, wovon jährlich 5% für Unterhaltung der Walze, sowie für Zinsen und Amortisation, mithin täglich rot. 2 Sgr 6 Pf. (26 Pf.) zurückgelegt werden müssen, so dass die tägliche Ausgabe auf 12 Thlr. 7 Sgr. 6 Pf. (36 M. 76 Pf.) sich beläuft.

Auf der Berlin-Hamburger und den Chausseen im Thiergarten sind in diesem Jahre 16883,36 qm Decklage und 1328,25 cbm Steinschlag in 767,5 Arbeitsstunden mithin in einer Stunde durchschnittlich 22 qm Decklage und 1,73 cbm Steinschlag durch eine Pferdewalze festgewalzt worden. Hierfür sind im Ganzen 928 Thlr. 17 Sgr. 6 Pf. (2785 M. 76 Pf.) verausgabt worden, so dass 100 qm Decklage 5 Thlr. 15 Sgr. (16 M. 50 Pf.), 1 cbm Steinschlag 21 Sgr. (2 M. 10 Pf.) gekostet haben.

Die Kosten der Wasseranfuhr sind für beide Walzen dieselben und deshalb unberücksichtigt geblieben.

Aus Vorstehendem resultirt, dass die Strassendampfwalze im Verhältniss zur Pferdewalze wie 1,563 : 1

Digitized by Google

leistet, und die Kosten der Dampfwalze zu denen der Pferdewalze sich wie 0,746 : 1 stellen. Ausserdem wird durch die Dampf-Strassenwalze eine viel festere Decklage erzeugt als durch die Pferdewalze, auch fallen bei ersterer die Uebelstände des Umspannens, sowie die Hufspuren der Pferde fort und kann deshalb die allgemeine Anwendung der Dampf-Strassenwalze nur befürwortet werden!"

Zweiter Bericht.

Copie. Winterthur 1876.

„Die hier verwendete Dampfstrassenwalze, System Aveling & Porter, ist seit Frühling 1876 im Betrieb und können die bis jetzt erzielten Resultate als gut und den Erwartungen entsprechend bezeichnet werden, wenn auch die durch vermehrte Festigkeit und verminderte Abnutzung der damit gewalzten Strassen erzielte Ersparniss an Unterhaltungs-, bez. Anlagekosten bei der Mannigfaltigkeit der einwirkenden Factoren und localer Umstände halber noch nicht genau bestimmt werden kann, indem sich ein sicheres Urtheil hierüber erst an Hand von Durchschnittszahlen aus einer längeren Betriebsperiode abgeben lässt, so fällt schon eine einfache Vergleichung der Leistungsfähigkeit der Pferde- und Dampfwalze so entschieden zu Gunsten der letzteren aus, dass wir nicht anstehen, grösseren Städten mit einem ausgedehnten Netze von Schotterstrassen die Anschaffung einer solchen zu empfehlen!

Die früher hier gebrauchte Pferdewalze kostete bei einer Bespannung von 8 Pferden incl. Unterhalt und 10% Amortisation per Tag 58 Frcs. (46 M.). Die Dampfwalze (10 tons schwer) bei dreimonatlicher Betriebszeit per Jahr:

Amortisation	19 Frcs. — cts.	(15 M. 20 Pf.)
Maschinenführer	6 „ — „	(4 „ 80 „)
Handlanger	3 „ 50 „	(2 „ 80 „)
Brennmaterial (6 — 7 Ctr. Steinkohlen; in Strassen mit mässiger Breite u. geschlossenen Häuserreihen werden indess stets Kokes gefeuert)	9 „ 50 „	(7 „ 60 „)
	38 Frcs. — cts.	(30 „ 40 Pf.)

Digitized by Google

Mithin stellen sich die Betriebskosten pro Arbeitstag wie 1 : 0,655. Dieses Verhältniss wird wesentlich erhöht durch die Mehrleistung der Dampfwalze. Bei jener wurde in Folge ihres starken Bewegungswiderstandes die Fahrbahnfläche während des Walzens durch die Hufe der Zugpferde längere Zeit wieder aufgerissen, die ganze Operation bis zur Erzielung einer befriedigenden Festigkeit erforderte daher mehr Zeit. Während ihre durchschnittliche Leistung pro Tag bei 6 cm hoher Schotterlage auf älteren Strassen ca. 450 qm betragen haben mag, erstellt die Dampfwalze bei qualitativ gleichem Resultat wenigstens 600 qm. Abgesehen von den für beide Methoden sich gleichbleibenden Tagelöhnen für Besprengen der Strassen, Vorwerfen von Sand und Schotter verhalten sich demnach für den hiesigen Platz die Betriebskosten pro Quadratmeter Walzfläche wie 12 : 9, 6 : 3 oder 1 : 0,49.

Diese Ersparniss wird sich verhältnissmässig noch vermehren bei grösseren Gemeinwesen, für welche sich die Amortisationskosten auf mehr jährliche Arbeitstage vertheilen. Es kommen dazu namentlich noch folgende Vortheile:

1) grössere Gelenkigkeit, welche gestattet, enge Strassenkrümmungen und Abzweigungen mit kurzen Radien ohne viel Mühe zu befahren; auch das Rückwärtsfahren bietet keine Schwierigkeiten und ermöglicht das Walzen in schmalen Sackgassen, wo die Bespannung der Pferdewalze nicht gewendet werden könnte.

2) Unabhängigkeit gegenüber von Pferden, die, wenigstens hier, manchmal zu geeigneter Zeit nicht erhältlich waren.

3) in Bezug auf die Brauchbarkeit der Dampfwalze bei starken Steigungen ist zu constatiren, dass hier Strassenstrecken mit 8 und 10% Steigung zwar nicht eingewalzt, jedoch einigemale auf- und abwärts befahren wurden und sich dabei zeigte, dass auch das Walzen recht wohl möglich wäre, während die Pferdewalzen von den uns bekannten Constructionen bei 10% Gefälle ganz unbrauchbar werden!

Wie vorbemerkt, beträgt das Gewicht der Walze 10 tons. Von einer schwereren Maschine wurde s. Z. ausser wegen der

Digitized by Google

Mehrkosten deshalb abgesehen, weil man befürchtete, dass mehrere Holzbrücken eine stärkere Belastung nicht zulassen würden und Gasleitungen sowie Abzugscanäle, die stellenweise nur 0,75 ~ 0,9 m unter der Strassenoberfläche liegen, zerdrückt werden könnten."—

VI. Geräthe und Maschinen zur Unterhaltung und Reinigung der Strassen.

Schneeschaufel und Eispicken. Eiserne und hölzerne Kratzen. Besen, Kehr- und Abzugsmaschinen.

§ 44. Einleitende Worte über die Bildung des Staubes, Schlammes und Kothes und über die Uebelstände, welche aus solcher Bildung für die Strassenbahn entstehen.

Die Steinmaterialien an der Oberfläche einer Strasse werden selbstverständlich — und zwar vorzugsweise bei trockener Witterung von den Wagenrädern und den Pferdehufen zerdrückt und abgeschliffen. Diese Abnutzung der Strasse ist bei Steinschlagbahnen eine bedeutend grössere als wie bei den Strassenpflasterungen aus verhältnissmässig grossen, schweren, meist pyramidenförmigen Pflastersteinen; und weil die Chausseen vorzugsweise aus Steinschlagbahnen bestehen, dagegen die städtischen Strassen aus Pflasterbahnen zumeist gebildet sind, so wird im Allgemeinen auf dem Lande die Abnutzung der Strassen bei Weitem grösser sein als in der Stadt.

Die abgeschliffenen Steinkörperchen sammeln sich allmälig auf der Strassenbahn an und bilden den Staub, welcher nicht nur den Verkehr auf der Strasse erschwert, nicht nur die Menschen und die Thiere arg belästigt, nicht nur die anliegenden Wiesen, Gärten, die auf der Chaussee stehenden Bäume und Sträucher beschädigt, nicht nur die in der Nähe befindlichen Häuser und Wohnräume unwohnlich macht, sondern auch der Strasse selbst gefährlich ist. Zwar wird durch den blossen Staub der Strasse kein grosser Schaden verursacht, aber dennoch ist dieser Staub für dieselbe von grosser Bedeutung, weil durch ihn bei eintretender nasser Witterung der gefährliche Schlamm gebildet wird.

Digitized by Google

Die Schlammbildung, welche selbstredend nicht nur von der Beschaffenheit der Strasse und ihres Unterhaltungsmateriales und von der Witterung abhängt, sondern auch von der Grösse des Verkehres, von der Art der Benutzung und von der Lage der Strasse, und die Kothbildung wird nur durch nachlässige und mangelhafte Entfernung des erst so ungefährlichen Staubes herbeigeführt.

Die Uebelstände, welche aus solcher Bildung für die Strassenbahn entstehen, sind hauptsächlich folgende:

1) bei stärkerer Ansammlung des Schlammes oder Kothes bilden sich auf der Strassenoberfläche Gleise und Rillen, d. h. die Strassenoberfläche verliert ihre Ebenheit, sie erhält Löcher, in denen sich das Wasser ansammelt, im Winter gefriert und die Strasse zerstört.

2) im Winter ist die Entfernung des Schlammes bei wechselndem Thau- und Frostwetter eine sehr schwierige, weil sich der Schlamm oder Koth leicht mit dem Deckmateriale der Steinschlagbahn in den Lücken der einzelnen kleinen Steinstückchen vereinigt, so dass beim Entfernen des Schlammes diese kleinen Steinschlagbahnstücke mit fortgerissen werden. Selbstverständlich ist dadurch die Strassenbahn so gut wie zerstört und erst wieder dem Verkehr dienlich, wenn neues Deckmaterial hinaufgeschüttet und festgewalzt worden ist.

3) eine kothige Strassenbahn erhält eine seifenglatte Oberfläche, auf welcher die Zugthiere gar leicht ausgleiten und stürzen können, zumal wenn die Strasse eine grössere Steigung besitzt.

Es braucht wol nach dem Gesagten nicht noch besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass von der Sorgfalt, mit welcher man das Abheben des Staubes, Schlammes und Kothes betreibt, die Grösse der Unterhaltung einer Strasse abhängt, dass eine gründliche Reinigung der Strassenoberfläche unbedingt nöthig ist, wenn man eine gute und dauerhafte Strassenbahn besitzen will!

§ 45. Schaufeln, Picken und Kratzen.

Das Reinigen des Fahrdammes und des Trottoirs wird durch Geräthe und Maschinen vollzogen, die sich in folgende zwei Classen theilen lassen:

Digitized by Google

1) Geräthe und Maschinen zur Entfernung des Schnees und Eises.

2) Geräthe und Maschinen zum Abheben des Staubes, Schlammes und Kothes.

Indirect wirkt bei der Reinigung der Strassen auch noch der Sprengwagen mit, welcher allerdings nur zur Milderung des lästigen Staubes dient und deshalb streuggenommen nicht zu den Reinigungswerkzeugen gerechnet werden kann; er steht ganz für sich allein da.

Zur ersteren Classe der Geräthe, welche wir kurz „Wintergeräthe" nennen können, gehört die Schneeschaufel und die Eispicke.

Zur zweiten Classe — den „Sommergeräthen" — die Kratzen, Besen, Kehr- und Abzugsmaschinen. (Die drei letztgenannten sollen in den nächstfolgenden Paragraphen besprochen werden.)

Die Schneeschaufel besteht gewöhnlich aus Holz, seltener aus Eisen und hat entweder dieselbe Form wie die eisernen Schaufeln, welche wir im § 25 besprochen finden, oder ist noch mehr löffelartiger gebildet, vielleicht so wie die Wasserschaufeln, welche unsre Schiffer zum Ausschöpfen des Wassers aus ihren Kähnen benutzen.

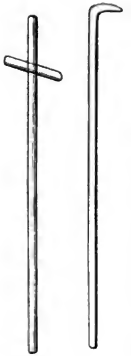
Zum Fortschaffen des Schnees werden von den Leuten die verschiedensten Geräthe benutzt, die vielfach zu einem ganz andren Zwecke anfänglich hergerichtet sind. Der Erfindungsgeist des Volkes hat sich „Schneeschipper" construirt, die an Einfachheit und Brauchbarkeit grade nichts zu wünschen übrig lassen. So z. B. besteht der Schneereiniger in vielen Städten einfach aus einem verticalstehenden Bret, in dessen Mitte ein Holzstiel befestigt und gehörig versteift ist. Dieses Bret wird durch die Holzstange gegen die Schneehaufen geschoben und entfernt dieselben mit ganz annehmbarer Schnelligkeit — vorausgesetzt, dass der Schnee nicht gefroren ist.

Ist der Schnee gefroren, so kann er meistens nur mit den Geräthen, welche zur Entfernung des Eises bestimmt sind, fortgeschafft werden. Es wird deshalb der gefrorene Schnee und das Eis nicht mit hölzernen Schneeschaufeln beseitigt (dieselben würden ohne jeden Erfolg in fast allen Fällen sein), sondern mit eisernen Geräthen. Eiserne

Digitized by Google

Schaufeln oder gar die Spaten sind aber auch nicht gut verwendbar, sondern empfehlenswerther und wirksamer die Spitzhacken (s. § 25) oder die gewöhnlichen breiten Gartenhacken*). Aber auch hierzu werden im gewöhnlichen Leben alle möglichen Hacken u. s. w. verwendet. —

Fig. 86. Fig. 87.



Das Abziehen oder Abheben des Staubes, Schlammes und Kothes wird durch eiserne und hölzerne Kratzen, durch Kehrbesen und Kehrmaschinen und durch sogenannte Abzugsmaschinen bewirkt.

Die hölzernen Schlammkratzen (Fig. 86) haben vor den eisernen den grossen Vorzug, dass sie die Strassenbahnen mehr schonen; sie haben aber den grossen Nachtheil, dass sie nicht so dauerhaft sind, und dass man schon einen ziemlich starken Druck ausüben muss, um eine wirksame Beseitigung des Schlammes zu erzielen. Die eisernen Schlammkratzen oder Krücken (Fig. 87) sind etwas theurer, nehmen aber dafür den Schlamm und den Koth weit reiner fort, so dass sie empfohlen werden können.

§ 46. Besen und Strassenkehrmaschine.

Das Reinigen der Strassen und der Trottoire von Staub, Koth, Schnee u. s. w. geschieht ferner durch Kehren, und zwar:

1) durch Strassenbesen (Handarbeit),

2) durch Strassenkehrmaschinen (Maschinenarbeit).

---

*) Gefrorner und auch lockrer Schnee wird bekanntlich nicht durch heisses Wasser, sondern durch Aufstreuen von gewöhnlichem Seesalz (nicht Kochsalz) zum Aufthauen gebracht. Dieses Mittel ist billig und wirksam und wird, wie Jedermann weiss, seit Jahren mit Vortheil von unsren Pferde-Eisenbahn-Gesellschaften benutzt.

Digitized by Google

Zum Kehren der Strassen eignen sich nicht unsre gewöhnlichen Haarbesen, wie wir sie in jedem Haushalte antreffen, weil die Schweineborsten nicht die genügende Widerstandsfähigkeit für die compacte Schmutzmasse besitzen, sondern es müssen Besen verwendet werden, die aus starken Reisern bestehen (Reisbesen oder Ruthenbesen). Noch besser aber als diese weitverbreiteten Kehrmittel sind die in allerneuester Zeit sich mehr und mehr Eingang verschaffenden Stahldraht-Strassenbesen (Fig. 88), die den grossen Vortheil längerer Dauer, grösserer Wirkung, verhältnissmässig geringerer Kosten haben.*)

Fig. 88.

Aber alle diese Strassenbesen stehen bei Weitem den Reinigungsmaschinen nach. Denn, weil auf das Reinigen der Strassen in fast allen (auch grösseren) Städten immer noch viel zu wenig Gewicht gelegt und das Kehren der Strassen Männern und sogar Frauen anvertraut wird, die ein trauriges Bild menschlichen Elendes und sittlicher Verkommenheit bilden und hierorts unter dem Spottnamen „Besengarde“ weit und breit bekannt sind, weil ferner nur in seltenen Fällen ein wohlorganisirtes Strassenreinigercorps (wie z. B. in Berlin) besteht, dessen Mitglieder — junge, rüstige Männer voller Disciplin — unsren Ansprüchen an Reinlichkeit wenigstens einigermassen genügen können, so wird im Allgemeinen der Erfolg, welcher durch solche erbärmlichen Arbeitskräfte vielleicht errungen werden könnte, immer doch nur ein sehr geringer sein. Hierzu kommt noch der schwer ins Gewicht fallende Umstand, dass die Handarbeit, wie wir noch sehen werden, bedeutend mehr Kosten verursacht als die Maschinenarbeit.

Wir können deshalb nur dringend den Herren Stadtbaumeistern empfehlen, falls die Communalbehörden nicht die Mittel bewilligen wollen oder können, die nöthig sind, um ein gutes, disciplinirtes Strassenreinigercorps nach Berliner Muster zu organisiren, sich eine Strassenkehr-

*) Die vorzüglichsten Stahldraht-Strassenbesen liefert Ernst Petzold jun. in Chemnitz für den Preis von 5,50 M. pro Stück (60 M. pro Dutzend). Uebrigens wird mit diesen Besen nach der Erfahrung des Verfassers auch in den meisten Fällen ohne grosse Mühe der gefrorene Schnee auf den Trottoiren und Fahrdämmen beseitigt werden können.

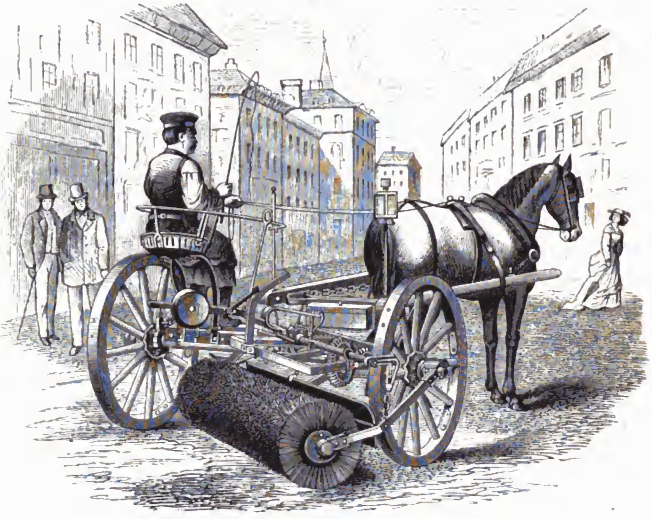
Digitized by Google

maschine anzuschaffen, durch welche viele Kosten erspart werden.*)

Die Patent-Kehrmaschine von Jacob u. Becker in Leipzig ist bereits in mehr als 45 verschiedenen deutschen Städten eingeführt und hat sich nach den Urtheilen aller Baubeamten so ausgezeichnet bewährt, dass sie zur Strassenreinigung als die vollkommenste und nützlichste Maschine ihrer Art empfohlen werden kann.

Aus der Abbildung (Fig. 89 u. 90) ist das Wesentlichste der Construction klar ersichtlich. Die Rollbürstenwalze ist —

Fig. 89.



wie man sieht — schräg gegen die Achse der Räder gestellt und hinter den Rädern angebracht. Von diesen Rädern trägt

*) Es wird gewiss die Nachricht interessiren, dass die Pariser Stadtbauverwaltung bei 4 Kehrmaschinen jährlich nicht weniger als ungefähr 27000 Francs erspart!

Digitized by Google

das eine die Bewegung auf die Bürstenwalze. Von dem Kutschersitze (Fig. 89) aus kann die Bürstenwalze gesenkt oder gehoben werden und ist zur Erleichterung dieser Arbeit ein geeignetes Gegengewicht angebracht.

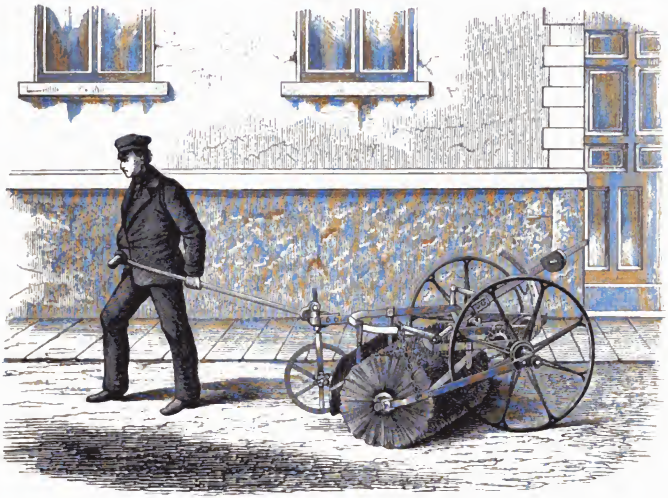
Diese Maschine wird in zwei Modellen construirt und zwar

1) für Pferdebetrieb (Fig. 89),

2) für Handbetrieb (Fig. 90).

Die Pferde-Kehrmaschine, durch ein Pferd gezogen und von einem Arbeiter nur bedient, reinigt pro Stunde

Fig. 90.



etwa 7000 qm gründlicher und besser, als es durch Handarbeit möglich ist. Es würden, um die gleiche Arbeit in gleicher Zeit zu verrichten, etwa 15 Arbeiter nöthig sein, und die Ersparniss durch Anwendung der Kehrmaschine stellt sich erfahrungsgemäss auf 40 % bis sogar 50 %. — Sowol gepflasterte als auch macadamisirte Strassen werden gleich gut durch die Maschine gereinigt, die bei schlechtem

Digitized by Google

Pflaster dadurch eine grössere Stabilität erhält, dass sie statt der gusseisernen mit starken Laufrädern aus Schmiedeeisen oder auf Verlangen auch aus Holz verfertigt wird. Die Arbeitsbreite der gewöhnlichen Pferde-Kehrmaschine beträgt 1,8 Meter; selbstverständlich lassen sich für specielle Fälle auch andre Breiten herstellen.

Die Hand-Kehrmaschine ist genau nach dem Principe der Pferde-Kehrmaschine gebaut und dient vorzugsweise zum Reinigen der Fusswege und Trottoirs. Die Bedienung dieser Maschine erfordert zwei Arbeiter. Es entspricht die Leistung der Maschine 8—10 Handbesen. Die Arbeitsbreite beträgt 1 Meter. Die Maschine kostet Mark 280.

Aus den, dem Verfasser zugesandten, gar vielen Gutachten über diese Maschinen sollen nur zwei hier wörtlich wiederholt werden. Dieselben lauten:

1) Oberinspector Eisenlohr in Carlsruhe (26. October 1878). — Die im Juni 1876 bezogene Kehrmaschine ist seit dieser Zeit auf den Landstrassen in der Nähe hiesiger Stadt in Gebrauch. Bei einer Bespannung der Maschine mit zwei Pferden können nach den bisher gemachten Erfahrungen in zehn Arbeitsstunden 45000 qm — somit in einer Stunde 4500 qm Strassenoberfläche von Staub und noch ziemlich dünnflüssigem Schlamme gekehrt werden und betragen die täglichen Kosten hierfür für zwei Pferde sammt Fuhrmann 10 Mark; fünf Arbeiter, welche den abgekehrten Staub oder Schlamm zur Abfuhr auf Haufen schlagen zu 2 M. 20 Pf., also pro Tag 11 Mark; für Bürsten, Schmiere pro Tag 1 M. 10 Pf.; daher betragen die Tageskosten 22 Mark 10 Pfennige.*)

Bei dem Handbetriebe werden im Ganzen zu dieser Arbeit 10 Arbeiter erfordert, welche kosten (zu 2 M. 20 Pf.) 22 M., für Besen sind zu rechnen 1 M.; also zusammen 23 Mark. Nach Vorstehendem beträgt also die wirkliche Ersparniss bei der Verwendung der Maschine im Vergleich zu der Handarbeit nur ca. 4 % **), dagegen ist die Leistung der Maschine im All-

*) Dieser Preis stimmt auch fast genau mit einigen andren Berichten überein.

**) Der geringe Procentsatz kommt wol daher, dass hier zwei Pferde statt ein Pferd verwendet werden müssen und fünf Arbeiter zur Fortschaffung des Schmutzes erforderlich sind. Rechnet man nur ein Pferd und etwa drei Arbeiter, so dürfte eine Ersparniss von ca. 40 % eintreten.

Digitized by Google

gemeinen besser als von Hand, wenn nicht besonders fleissige Handarbeiter zu Gebote stehen oder beständige und strenge Aufsicht bei solchen ist.

Die anfangs angewendete Bespannung mit nur einem Pferd hat sich für die in hiesiger Gegend vorkommenden leichten Pferde als unzulänglich erwiesen und besteht solche jetzt aus zwei Pferden, welche vor einander gespannt werden.

Sämmtliche Strassen sind macadamisirte und werden mit vorzüglichem Porphyrschotter unterhalten.

Wir können die Anwendung der Maschine insbesondere deshalb sehr empfehlen, weil das Kehren der Strassen viel rascher geschieht als mit der Hand und deshalb die Belästigung nicht nur für den Verkehr geringer ist, sondern auch das sonst öfters vorkommende rasche Auftrocknen des Schlammes und deshalb schwierigere Entfernen desselben in den meisten Fällen vermieden werden kann. —

2) Stadtbauamt Winterthur (Ingenieur Giese)*). Kehr- und Abzugsmaschine. Siehe § 47, Schluss.

§ 47. Die Patent-Abzugsmaschinen.

Die Patent-Abzugsmaschine von Jacob & Becker in Leipzig, welche gegenwärtig von mehr als 100 deutschen Regierungs- und städtischen Behörden verwendet wird, dient zur Beseitigung von consistentem Schmutz auf Chausseen und macadamisirten Strassen. Diese Maschine wird ebenfalls in zwei Modellen geliefert und zwar wiederum

1) für Pferdebetrieb (Fig. 91),

2) für Handbetrieb (Fig. 92).

Die Abzugsmaschine (Fig. 91) besteht aus einzelnen Abzugseisen, welche in einem starken schmiedeeisernen, durch Gussstücke verbundenen Rahmen liegen. Die Abzugseisen fügen sich mittelst Druckfeder vollkommen den Unebenheiten der Bodenfläche an, und lässt sich dieser Druck derart reguliren, dass der Abzug des Schmutzes in beliebig starken Schichten er-

*) Siehe Gutachten Nr. 2 bei den Dampfwalzen. § 43.

Digitized by Google

folgt. Die Druckfedern bestehen aus bestem, besonders präparirtem Stahl.

Wird vor dem Abzugseisen ein Bret befestigt, so eignet sich die Maschine ganz vorzüglich zum Wegschaffen des Schnees

Fig. 91.

und bewirkt dies mit einer solchen Geschwindigkeit, dass die Strassen und Wege selbst bei dem heftigsten Schneesturme fast frei bleiben sollen. (?)

Zur Bedienung dieser Maschine ist nur ein Arbeiter und ein Pferd erforderlich und die Leistung bei normaler Geschwindigkeit beträgt pro Stunde etwa 4000 qm.

Tritt die Nothwendigkeit ein, zwei Pferde vorzuspannen, so lässt sich jede Abzugsmaschine durch Anbringung eines Unterzeuges für diese zweipferdige Bespannung einrichten.

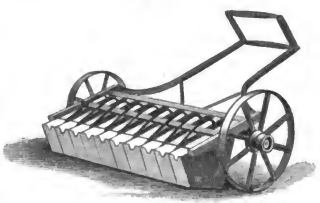
Die Ersparniss durch Anwendung einer solchen Maschine soll, abgesehen von dem Vortheile geringerer Abnutzung der Steinbahn, erfahrungsgemäss 30—40 % (bis sogar 50 %) betragen.

Digitized by Google

Die Arbeitsbreite der Maschine ist auch hier zu **1,8 m** angenommen; doch gilt auch bei dieser Maschine in Betreff der Breite dasselbe wie bei der Kehrmaschine. —

Die Hand-Abzugsmaschine (Fig. 92) wird da zur Anwendung gelangen müssen, wo enge Wege die Verwendung der durch Pferde gezogenen Abzugsmaschine nicht gestatten. Diese kleinere Maschine besorgt das Abschlemmen durch 10 mit Federdruck belastete Abzugseisen, welche sich selbstredend auch den Unebenheiten des Bodens anfügen.

Fig. 92.



Durch seitliche Führungsplatten kann diese Maschine auch zum Häufeln der Schmutzmassen verwendet werden, wo sich eine Kehrmaschine oder Abzugsmaschine in Betrieb befindet.

Die Arbeitsbreite der Hand-Abzugsmaschine beträgt **1,0 m**; der Preis 95 M. —

Von den vielen Urtheilen der Fachleute wollen wir nur folgende hier wörtlich wiedergeben.

1) Stadtbauamt Winterthur, (Ingenieur Giese (siehe Schluss des vorhergehenden Paragraphen). Eine Kehr- und eine Abzugsmaschine sind seit 1877 im Betriebe. Die Leistung der Abzugsmaschine beträgt bei einer Stunde Arbeitszeit durchschnittlich 4000 qm. Die Betriebskosten: Amortisation und Unterhalt pro Tag 5,70 Frcs. (ca. 4,6 M.); die Bespannung kostet 14 Frcs. (11,20 M.); Tagelohn für das durch Handarbeit auszuführende Zusammenscharren der längs den Strassenrändern gezogenen Kothstreifen auf Haufen, zum Verladen auf Wagen . . 3,50 Frcs. (2,80 M.) giebt zusammen 23,20 Frcs. (rund 18,6 M.).

Die Nutzleistung der Maschine pro Arbeitstag beträgt 8500 ~ 9000 qm, mithin die Betriebskosten pro Are rund 27 Cts. (22 Pf.); Handarbeit kostete hier pro Are durchschnittlich 45 Cts. (36 Pf.), resultirende Ersparniss (ungerechnet Verladen des Kothes und Abfuhr) **40 %**.

Digitized by Google

Qualitativ wird die Strassenreinigung durch Maschine oder Hand annähernd gleich sein. Der Vortheil der ersteren liegt in der rascheren und billigeren Besorgung.

Die Bespannung besteht hier aus zwei Pferden. Auch für diese ist die Arbeit so anstrengend, dass sie hier stets nur einen halben Tag dazu gebraucht werden können. —

Die Fahrbahn der hiesigen Strassen ist zum weitaus grösseren Theil macadamisirt; nur Strassenkreuzungen und Trottoirübergänge im Innern der Stadt sind gepflastert. Die Decklage besteht jetzt in der frequenteren Altstadt aus Schlägelschotter, in den äusseren Quartieren wird meist noch Grubenkies dafür verwendet. Selbstverständlich findet der Kothabzug nur da statt, wo sie vollständig fest ist und ein Aufkratzen derselben durch die Abzugseisen nicht eintritt.

Betreffs der Abzugsmaschine sind wir entschieden für Anschaffung selbst für kleinere Städte mit nur 25—30 Tagen jährlicher Betriebszeit.

Betreffend die Kehrmaschine, nur für grössere Städte und Schotterstrassen. Hier wird dieselbe fast ausschliesslich für den Staubabzug verwendet, der zur Nachtzeit besorgt wird. Betriebskosten und Ersparniss dabei stellen sich ungefähr ebenso, wie bei der Abzugsmaschine. Für den Abzug von flüssigem Strassenkoth hat sich die Kehrmaschine bei uns nicht ganz bewährt, jedoch hauptsächlich deshalb, weil das Zusammenziehen desselben und Verladen in die hiesigen zu hoch construirten Schlammwagen diese Arbeit sehr vertheuert, was es zweckmässiger macht, für den Abzug des Kothes jeweilen einen Zeitpunkt abzuwarten, wo derselbe diejenige Consistenz hat, dass er nicht mehr von der Schaufel abläuft und alsdann die Abzugsmaschine zu gebrauchen ist.

2) Bauinspector Hellwig in Eisleben, den 27. October 1878. Zwei Abzugsmaschinen, welche hierorts seit December 1877 in Betrieb sind. Sie haben eine durchschnittliche Leistung pro Stunde von 2580 qm.

Die täglichen Betriebskosten stellen sich incl. der bisherigen Reparatur- und Ergänzungskosten auf 23 M. 3 Pf., excl. derselben auf 17 M. 51 Pf.

Die Ersparniss durch Anwendung der Maschine gegen Hand-

Digitized by Google

arbeit berechnet sich folgendermassen: Bei Maschinenbetrieb betragen die Reinigungskosten pro Quadratmeter:

a) incl. Reparatur . . . . . 0,11 Pf.,
b) excl. „ . . . . . 0,09 „
bei Handarbeit . . . . . 0,26 „

d. h. also beim Maschinenbetrieb 0,15 resp. 0,17 Pf. weniger.

Die Amortisationskosten würden, wenn eine Maschine überhaupt 5 Milliönen Quadratmeter reinigt, bei einem Preise der Maschine von 500 M. pro Quadratmeter nur 0,01 Pf. betragen, sie können also als unerheblich ausser Ansatz bleiben. Ich habe noch zu erwähnen, dass die berechneten Ersparnisse sich durch den Umstand etwas vermindern, dass die Kosten für das Zusammenbringen des von der Maschine abgezogenen Schlicks zum Zweck des Verkarrens sich etwas theurer stellen, als die Handarbeit. Dieses Plus ist ungefähr ebenso hoch, als die Kosten des Maschinenbetriebes excl. Reparatur, so dass die Gesammtkosten vom Maschinenbetrieb betragen: a) mit Rücksicht auf Reparatur $0{,}11 + 0{,}09 = 0{,}20$ Pf.; b) ohne Rücksicht auf Reparatur $0{,}09 + 0{,}09 = 0{,}18$ Pf., im ersten Falle gegen Handarbeit um 0,06 Pf., im letzteren um 0,08 Pf. billiger oder um 23 % resp. 31 % billiger.

Die Reinigung der Strassen wird besser durch Maschine als durch Handarbeit bewirkt.

Die Bespannung erfolgt durch zwei Pferde.

Der Zustand der Strassen, auf denen die Maschine arbeitet, ist durchschnittlich gut; doch kommen bisweilen auch schlechte Stellen vor.

Die Anwendung der Maschine zum Schlickabziehen ist zu empfehlen.

§ 48. Der Sprengwagen.

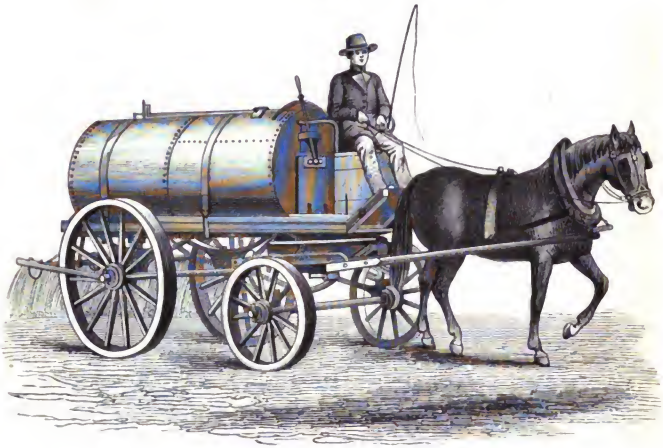
Die Construction der Sprengwagen mit cylindrischem Kessel und Fallrohr zeichnet sich durch ihre grosse Einfachheit und vorzügliche Wirkung bei möglichster Ersparung von Wasser aus. Auch sie werden sehr solide von der, in diesem Werk schon mehrfach anerkennend hervorgehobenen Fabrik von Jacob u. Becker in Leipzig fabrizirt.

Digitized by Google

Diese Sprengwagen (Fig. 93), welche schon seit vielen Jahren von einer grossen Anzahl Behörden angewendet werden, sind gegenwärtig auf einen so hohen Grad der Vollkommenheit gebracht, dass mit denselben eine Sprengweite von etwa $3^1/_2$ m erzielt werden kann.

Die Bedienung aller Sprengwagen wird bekanntlich in einfachster Weise von dem Kutscher (vom Kutschersitze aus) ausgeführt, indem derselbe den in der Zeichnung sichtbaren Hebel in Bewegung setzt.

Fig. 93.



Diese Sprengwagen werden in zwei verschiedenen Grössen gebaut und lassen sich dieselben so einrichten, dass sie nöthigenfalls als Zubringer bei Feuersgefahr Verwendung finden können.

Die Preise für die Wagen sind folgende:

Ein zweirädriger Wagen einspännig mit etwa **1100** l Wasser Inhalt kostet 540 M.

Ein vierrädriger Wagen (Fig. 93) einspännig mit etwa **1600** l Wasser Inhalt kostet 710 M.

Digitized by Google

Ein vierrädriger Wagen ein- und zweispännig eingerichtet mit **1600** l Wasser Inhalt kostet **740** M.

Ausserdem sind für die Bremse extra 60 M., und für den Zubringer des Wassers und seine Einrichtung 50 M. zu zahlen.

Da dieser Sprengwagen in solidester Weise aus bestem Materiale für einen verhältnissmässig geringen Preis hergestellt wird, so dürfte sich die Anschaffung desselben sehr empfehlen.

Digitized by Google

Vierter Abschnitt.

Die Steinpflasterungen.

I. Die verschiedenen Steinmaterialien.

§ 49. Wahl des Materiales; Berechnung seiner Festigkeit und seiner Abnutzung; Eintheilungen desselben und seine Bezugsquellen.

Für die Steinpflasterungen eignet sich am besten ein Steinmaterial, das genügende Festigkeit und Dauerhaftigkeit besitzt, sich nicht glatt fährt, nicht leicht spaltet und sich nicht schwer verarbeiten lässt. Man kann hiernach die Steinmaterialien in 3 Klassen eintheilen:

1) Gesteine, welche bei genügender Festigkeit und Dauerhaftigkeit die grösste Härte besitzen, durch die Fuhrwerke nicht glatt gefahren werden und sich am leichtesten zu regelmässigen Körpern verarbeiten lassen;

2) Gesteine, die zwar genügende Dauerhaftigkeit, Festigkeit und Härte besitzen, sich auch leicht verarbeiten lassen, aber gar bald eine Glätte erreichen, die dem Verkehre gefährlich werden kann;

3) Gesteine, die wieder genügende Dauerhaftigkeit u. s. w. haben, sich nicht glatt fahren, aber sich nur schwer zu regelmässigen Körpern verarbeiten lassen.

Digitized by Google

Zu den Gesteinen ad 1) gehören namentlich die Grünsteine: Diabas und Gabbro, und feste Sandsteine; zu den Gesteinen ad 2) der Basalt, Porphyr und die Kalksteine; zu den Gesteinen ad 3) der Granit, Syenit, Quarzfels u. s. w.

Die Grünsteine geben ein ganz vorzügliches Pflaster, obwol sie im Verhältniss zu andren Steinmaterialien eine geringere Härte besitzen (s. Tabelle). Die festen Sandsteine (z. B. der Kohlensandstein aus Osnabrück) sind auch gut zu Strassenpflasterungen geeignet, weil sie genügende Festigkeit besitzen und nie sehr glatt werden. Man kann Sandsteine bis herunter zu 340 kg pro Quadratcentimeter Zerdrückungsfestigkeit zu Strassenbauten verwenden, falls die Strassen voraussichtlich nur einen schwachen Verkehr erhalten werden. Man bearbeitet die Würfel möglichst gut und wählt sie etwas grösser als gewöhnlich.

Der Basalt, welcher eine grosse Festigkeit besitzt, wird zwar an der Oberfläche allmälig glatt, ist aber sonst ein ganz gutes Pflasterungsmaterial, das vielfach in Städten zum Strassenbau verwendet wird. Der Porphyr, sowie der feste Kalkstein wird auch zum Strassenbau vielfach benutzt, nur ist zu bedenken, dass Kalksteine sehr schnell glatt werden und leicht bei der Festrammung spalten. — Bei allen diesen Gesteinen der zweiten Klasse ist sehr zu beachten, dass dieselben auf stark geneigten Längengefällen, sowie in feuchter und schlüpfriger Lage nicht zum Strassenbau verwendet werden dürfen, weil dann die Glätte zu sehr den Verkehr gefährdet!

Der Granit ist wegen seiner Härte ganz vorzüglich zum Strassenbau geeignet, ebenso der Syenit und der Quarzfels, welcher von allen Steinmaterialien die grösste Zerdrückungsfestigkeit besitzt, nur wird man dieses Steinmaterial nicht immer benutzen können, weil dasselbe das theuerste von allen ist, sondern nur da, wo auf der neuanzulegenden Strasse ein sehr reger Verkehr zu erwarten ist.

Bei der Wahl des Materiales ist selbstverständlich in erster Linie die Festigkeit der Gesteine entscheidend. In „Heinzerling Angreifende und widerstehende Kräfte der Brücken und Hochbau-Constructionen (Berlin 1876 S. 90—97) findet sich folgende Tabelle:

Digitized by Google

Tabelle XXI. **1. Festigkeit besonderer natürlicher Steine gegen Druck, Schub, Biegung und Zug.***)

In nachstehender Tabelle bedeutet ⊥ senkrecht auf das Lager, ∥ parallel zu dem Lager, + senkrecht zu den Lamellenkanten desselben, — keine Schichtung vorhanden.

Lfd. Nr.	Gesteinsart	Fundort	Bruchfestigkeit in Kilogramm pro Quadratcentimeter			
			Druck	Schub	Biegung	Zug
	I. Versteinerungslose Felsarten.					
	1) Granite.					
1	Grobkörnig, grau	Selb in Oberfranken.	⊥ 795 ∥ 824	⊥ 37 ∥ 45		
2	„ gelblich . . .	Hauzenberg i. Niederbayern.	⊥ 950	⊥ 40		
3	„ gelb	„ „	⊥ 1000			
4	Mittelkörnig, schwarzweiss	„ „	∥ > 1020 ⊥ > 1030	⊥ 93	⊥ 210 + 185 ∥ 149	∥ 44,5 ⊥ 32,5
5	Sehr feinkörnig, schmutzig-gelb	„ „	⊥ 900	⊥ 85 + 65 ∥ 61		
6	Mittelkörnig, schwarzweiss	Reuth im Fichtelgebirge.	⊥ 910			
7	Zieml. feinkörnig, sehr hell	Louisenberg i. Fichtelgebirge.	⊥ 1070			
8	„ grobkörnig „ „	Waldstein bei Weissenstadt im Fichtelgebirge.	⊥ 1430			

9	Grobkörnig, sehr hart . .	St. Gotthardtunnel, 1,5 m vom Nordportal	⊥ 790 ∥ 890	∥ 48	⊥ 132 +141 ∥ 92	∥ 27 ⊥ 22
10	Streifig, sehr hart . . .	St. Gotthardtunnel, 200 m vom Nordportal.	⊥ >1100 ∥ 930	⊥ 120 + 94 ∥ 42	+195	∥ 38
11	Ziemlich feinkörnig, gelblich	Fürstenstein bei Passau.	⊥ 850	⊥ 82	⊥ 92 +100	∥ 22 ⊥ 19
12	Feinkörnig, grau, glimmerreich	Gefrees bei Berneck in Oberfranken.	⊥ 1010	⊥ 34 + 38 ∥ 76	+ 76	.
13	Sehr grobkörnig, gelblich .	Kirchenlamitz i. Oberfranken.	⊥ 836	⊥ 32 ∥ 28		
14	Grobkörnig, gelblich . . .	Wunsiedel.	⊥ 1070 ∥ 1150	⊥ 67 ∥ 100		
	2) Syenit-Granit.					
15	Schwarzgrün mit wenig grau	Wölsau bei Redwitz im Fichtelgebirge.	⊥ >1380	⊥ 194		
16	Schwarz u. grau m. wenig Grün	„ „	⊥ >1390	⊥ 140		
17	Schwarz mit vielem Grau .	„ „	⊥ 1350			

*) Vgl. Bauschinger. Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der Kgl. polytechn. Schule in München, Ztschr. des bayr. Arch.- u. Ing.-Vereins 1874.

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gesteinsart	Fundort	Bruchfestigkeit in Kilogramm pro Quadratcentimeter			
			Druck	Schub	Biegung	Zug
18	3) Grünstein.	Ottendorf bei Ludwigstadt in Oberfranken.	⊥ 1070	⊥ 66 + 97 ∥ 78	⊥ 66 + 97 ∥ 78	⊥ 50
19	4) Trachyt.	Londorf bei Giessen.	— 575	— 28	—118	
20	5) Glimmerschiefer.	St. Gotthardtunnel, 400 m vom Südportal.	⊥ 1040 ∥ 780		⊥ 256	
	II. Kalksteine und Dolomite.					
	1) Kalksteine.					
21	Weisser Marmor, Urkalk .	Schlanders in Tyrol.	⊥ 900			
22	Schaumkalk	Münerstadt bei Kissingen.	⊥ 571	⊥ 64		
23	Muschelkalk	Randersacker oberh. Würzburg.	— 440	— 51	— 69	— 27
24	dsgl., sehr dicht und hart .	Kreuzberg bei Kronach.	⊥ 1600 ∥ 810	⊥ 59 + 53 ∥ 47		
25	Rother Jurakalk	Bach bei Tegernsee.	⊥ 975			

Digitized by Google

26	Kalkstein, sehr dicht u. hart	Pappenheim.	⊥ 986 ‖ 760	⊥ 67 +100		
27	Marmor der oberen Kreideschichten	Untersberg.	⊥ 906 ‖ 725	‖ 44 ⊥ 79		
28	Granit-Marmor	Neubeuern bei Rosenheim	⊥ 745	⊥ 62 + 90 ‖ 118		
29	Dolomit	Pappenheim	⊥ 1300 ‖ 1180	⊥ 60	⊥ 180	‖ 28
30	„ Findling	Fischbrunn bei Hersbruck.	— 880 — 790	— 70	— 95	— 12
31	„ „	Artelshofen bei Hersbruck.	— 650	— 90	— 74	— 16
32	„ „	Steinberg bei Königstein, Mittelfranken.	— 450	— 50	— 90	— 10
33	„ „	Prupbach bei Königstein	— 790	— 66	— 65	— 16
34	„ „	Rehberg bei Velden, Mittelfranken.	— 620	— 48	— 83	— 11
35	„ „	Lohstadt bei Kehlheim.	⊥ 980	⊥ 55	⊥ 32 ⊥ + 69	‖ 15
	III. Sandsteine.					
	1) Grauwacke.					
36	Grobkörnig, schwarzgrau .	Rauher Berg bei Pressig, Oberfranken.	⊥ 1450 ‖ 1000	—102		
37	„ heller	„ „	⊥ 2100			

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gesteinsart	Fundort	Bruchfestigkeit in Kilogramm pro Quadratcentimeter			
			Druck	Schub	Biegung	Zug
	2) Buntsandstein.					
38	Feinkörnig, weiss m. gelben Punkten	Kronach.	⊥ 285	⊥ 22		
39	Etwas grobkörniger, grau streifig	„	∥ 190 ⊥ 340	⊥ 21 ⊥ 26		
40	Feinkörnig, roth, quarzreich, Findling	Waldungen des Saalthals Unterfranken	∥ 13 ⊥ 1355 ∥ 1445	—100		
41	Feinkörnig, roth	Bettingen bei Werthheim.	⊥ 775	⊥ 67	⊥ 115	∥ 16
42	„ dunkelroth . .	Durlach bei Carlsruhe.	⊥ 840 ∥ 570	⊥ 33	⊥ 113	
43	„ weiss	Heigenbrücken bei Aschaffenburg.	∥ 280	+ 48		
44	Ziemlich grobkörnig, roth, quarzreich	Lindenberg bei Neustadt, Pfalz.	⊥ 560 ∥ 535	∥ 14,5		
45	Dsgl. roth, mit grünlichen Flecken, thonig	Annweiler in der Pfalz.	⊥ 650 ∥ 530	⊥ 26 + 44 ∥ 36,5	⊥ 54	

Digitized by Google

46	Dsgl. etwas feinkörniger u. heller	Annweiler in der Pfalz.	⊥ 650 ‖ 530	⊥ 27,5 + 38 ‖ 10,5	⊥ 31,5
47	Zieml. grobkörnig, gelb und streifig	Trebgast bei Baireuth.	⊥ 263 ‖ 282	⊥ 21 ‖ 11,5	
	3) Keupersandstein.				
48	Schilfsandstein, feinkörnig weiss	Württemberg.	‖ 480		
49	Schilfsandstein, roth . . .	Dornhan bei Sulz.	⊥ 606 ‖ 440	⊥ 75 + 38 ‖ 52	
50	„ bräunlich .	Heilbronn in Württemberg.	⊥ 440		
51	„ weiss . .	Lichtenau bei Ansbach.	⊥ 170		
52	„ graugrün .	Ober-Dachstetten b. Ansbach	⊥ 292		
53	Bau- od. Semionotensandstein	Steinbach bei Eltmann.	⊥ 405		
54	Keller- oder Burgsandstein, mittelgrobkörnig, hellroth	Mögeldorf bei Nürnberg.	⊥ 273		
55	Dsgl. feinkörnig, weiss .	Weiherhof bei Nürnberg.	⊥ 220		
56	Dsgl. hellroth	Zirndorf bei Nürnberg.	⊥ 230		
57	Stubensandstein, grau, mittelgrobkörnig	Bruch a. d. Schwarzachbrücke d. Neumarkt-Nürnb. Ostbahn.	⊥ 270		

Digitized by Google

Lfd. Nr.	Gesteinsart	Fundort	Bruchfestigkeit in Kilogramm pro Quadratcentimeter			
			Druck	Schub	Biegung	Zug
58	Bausandstein gelb, grobkörnig	Babenberg bei Zapfendorf.	⊥ 121 ∥ 111	⊥ 15		
59	Dsgl. mittelgrobkörnig, gelb	Rudolphshof bei Lauf.	⊥ 180			
60	Dsgl. ziemlich grobkörnig, blassroth	Neppersreuth bei Nürnberg.	⊥ 137			
61	Dsgl. mittelgrobkörnig oder gelb	Lussberg bei Bamberg.	⊥ 240 ⊥ 316	⊥ 16		
62	Dsgl. feinkörnig, weiss . .	Coburg.	∥ 262	+ 16,5 ∥ 13	⊥ 30	∥ 3,6—5,5
	4) Grünsandstein.					
63	Feinkörnig, gelb	Bruch bei Regensburg.	⊥ 385			
64	„ weiss	Nabeck bei Scharendorf.	⊥ 230			
65	„ schmutziggrün	Alling bei Regensburg.	⊥ 188			
66	„ grünlich . . .	Kapfelberg bei Kehlheim.	⊥ 310 ∥ 255	⊥ 32 + 20 ∥ 17	⊥ 50 + 45	∥ 12,5

Digitized by Google

67	Feinkörnig blassgrün . .	Abbach bei Kehlheim.	⊥ 350 ∥ 410	⊥ 29,5 + 32,5 ∥ 20,5	⊥ 75 + 64	∥ 14,5—17
	5) Molassesandstein.					
68	Feinkörnig, blau	Murnau in Oberbayern.	⊥ 818 ∥ 670			
69	„	Grünten bei Immenstadt.	⊥ 1470	⊥ 150		
70	„ hellblau . . .	Allgäu.	⊥ 510	⊥ 43 ∥ 20	⊥ 24	
71	„ blau	Schweiz.	⊥ 690 ∥ 600		⊥ 87 + 80	
72	„ grau	St. Margaretha bei Rorschach.	540	⊥ 37	— 51	
	IV. Conglomerate, Tuffe etc.					
	1) Kalktuffe.					
73	Schwer und dicht . . .	Mühlthal bei Darching.	— 480			
74	Löcherig	Huglfing bei Weilheim.	⊥ 132	⊥ 36 ∥ 30	⊥ 95	
75	„ leicht	Polling bei Weilheim.	— 81			

Digitized by Google

Tabelle XXIa).

Anmerkung. Für nachfolgende Nummern vorstehender Tabelle betragen die mittleren Elasticitätsmodule E in Kilogrammen per Quadratcentimeter.

Nr.	Druck				Zug			
	⊥ Lager		∥ Lager		⊥ Lager		∥ Lager	
	Belastung	E	Belastung	E	Belastung	E	Belastung	E
4	Zw. 10 u. 200 kg	410000	Zw. 10 u. 200 kg	490000	Zw. 0 u. 5 kg	270000	Zw. 0 u. 5 kg	510000
11	„ 10 „ 200 „	184000	„ 0 „ 200 „	288000	„ 0 „ 5 „	120000	„ 0 „ 5 „	150000
35	„ 0 „ 200 „	560000	„ 0 „ 200 „	530000	„ 0 „ 5 „	400000	„ 0 „ 5 „	180000
40	—	—	—	375000	—	—	—	—
50	—	—	„ 10 „ 200 „	97000	—	—	—	—
58	—	82000	—	—	—	—	—	—
66	„ 10 „ 100 „	86000	„ 10 „ 100 „	100000	—	—	„ 0 „ 2 „	120000
67	„ 20 „ 200 „	97000	„ 10 „ 100 „	137000	—	—	„ 0 „ 2 „	210000

Digitized by Google

Eine andre Tabelle des gröberen und feineren Steinschlages verschiedener Gebirgsarten findet sich bei v. Kaven, S. 378. Hier sind die Durchschnittsergebnisse von Zerdrückungsversuchen mit geschliffenen Würfeln der aufgeführten Gesteine von 1∼8cbzoll hann. (14,35∼114,79 cbcm) Grösse, die unter einer Presse stattfanden, angegeben. Der zehnte Theil des durchschnittlichen Gewichtes, unter welchem die völlige Zerdrückung der geschliffenen Würfel eintrat, ist als die Tragkraft unregelmässig geformter Steinschlagstücke angenommen.

Tabelle XXII.

Nummer der Steingruppe	Gesteinsart	Kilogramm pro Quadratcentimeter	Wenn bei dem unregelmässigen Steinschlage beträgt: a) die Seite der quadratisch gedachten Kopffläche: 2,43 cm	3,04 cm	3,65 cm	4,25 cm	4,85cm
			b) also der körperliche Inhalt: 14,35 cbcm	28 cbcm	48,43 cbcm	76,79 cbcm	114,79 cbcm
			so ist sein sicherer Widerstand (Tragkraft) in Kilogramm				
1	Quarzfels vom Rammelsberge bei Goslar und einige nordische Findlinge	177,20	1050	1640,5	2362,5	3215,5	4200
2	Basalt aus dem Göttingschen. .	143,6	850	1328	1912,5	2603	3400
3	Quarziger Keupersandstein von Aerzen, Gabbro, der festesten Art von Harzburg, Portlandkalk aus den festen Schichten des Kappenberges bei Lauenau, kieseliger Kalk vom Schafberge bei Stemmen	135,62	800	1250	1800	2450	3200
4	Feinkörnige nordische Geschiebe, Thonquarz vom Schinkelberge bei Osnabrück, Stinkstein vom Hollenberge bei Osterode, Melaphyr aus der Gegend von Ilfeld	126,58	750	1172	1687,5	2297	3000
5	Diabas vom Steinberge bei Goslar, quarzige Grauwacke aus dem Kinderthale daselbst, Thonquarz vom Hasterberge bei Osnabrück, Liaskalk vom Laubrinke daselbst	109,70	650	1015,5	1475,5	1990,5	2600
6	Feinkörnige Grauwacke von Ilfeld und Rothesitte, Muschelkalk vom Hasterberge bei Osnabrück, kieseliger Kalkstein der Waldformation am Deister bei Hohen-						

Digitized by Google

Nummer der Steingruppe.	Gesteinsart	Kilogramm pro Quadratcentimeter	Wenn bei dem unregelmässigen Steinschlage beträgt: a) die Seite der quadratisch gedachten Kopffläche: 2,43 cm | 3,04 cm | 3,65 cm | 4,25 cm | 4,85 cm; b) also der körperliche Inhalt: 14,35 cbcm | 28 cbcm | 48,43 cbcm | 76,79 cbcm | 114,79 cbcm — so ist sein sicherer Widerstand (Tragkraft) in Kilogramm				
	bostel u. s. w., fester Portlandkalk und quarziger Hasting-Sandstein vom Rehburger Berge	101,27	600	937,5	1350	1838,5	2400
7	Kieseliger Portlandkalk von Glück auf, Thonporphyr vom Kuhberge bei Scharzfels, nordische Geschiebe geringerer Qualität, Thonquarz vom Högel und Hösemerberge, Muschelkalk und Korallenkalk vom Osterwalde u. s. w., jurassischer Dolomit, nicht splitteriger Kieselschiefer, fester Hasting-Sandstein . . .	84,39	500	781	1125	1531	2000
8	Kuhlsandstein von der Pagenhöhe bei Osterode, Kohlensandstein vom Prisberge bei Osnabrück, Grauwacke aus dem Gosethale bei Goslar, Muschelkalk und Korallenkalk verschiedener Fundorte	75,95	450	703	1012,5	1378	1800
9	Grobkörnige, glimmerreiche, nordische Geschiebe, Muschelkalk von mittlerer Grösse, Korallenkalk vom Osterwalde u. s. w., jurassischer Dolomit, nicht splitteriger Kieselschiefer, fester Hasting-Sandstein	67,51	400	625	900	1225	1600
10	Minder guter Portland-, Korallen- und Muschelkalk, Hasting-Sandstein mittlerer Festigkeit, fester bunter Sandstein . . .	50,66	300	468,5	675	919	1200
11	Gewöhnlicher Quader-, Hasting- und bunter Sandstein, schlechter Muschelkalk	33,75	200	312,5	450	612,5	800
12	Schweicher Sandstein	16,87	100	156,5	225	306	400
13	Bröckeliger Sandstein und Kalktuff	8,44	50	78	112,5	153	200

Aus diesen Angaben ist sehr leicht zu ermitteln, welches Steinmaterial in jedem gegebenen Falle gewählt werden muss, welche Grösse die einzelnen Pflastersteine haben müssen, sobald man den Raddruck der auf der Strasse zu erwartenden schwersten Fuhrwerke und die Zonenfläche des Rades kennt.

Digitized by Google

Man berechnet dann den Druck, welcher auf den Quadratcentimeter Bahnfläche kommt, und sieht zu, ob das gewählte Material diesem Druck widerstehen kann.

Denken wir uns einen Pflasterstein in Würfelform, dessen eine Seite an der Oberfläche $= a$ sei und dessen Zerdrückungsfestigkeit wir mit z bezeichnen wollen, so kann auf ihm ein Raddruck $Q = a^2 . z$ ruhen.

In der Praxis nimmt man die Inanspruchnahme des Pflastersteines $s = \frac{z}{6}$ bis $\frac{z}{5}$, so dass wir also richtiger die Formel haben:

$$Q = \frac{z . a^2}{6} \text{ oder } Q = \frac{z a^2}{5}.$$

Hat man nun mehrere Steinmaterialien zur Verfügung, z. B. zwei von der Zerdrückungsfestigkeit z_1 und z_2, so hat man:

$$\frac{a_1{}^2}{a_2{}^2} = \frac{z_2}{z_1} \text{ (denn } a_1{}^2 z_1 = a_2{}^2 z_2) \text{ oder } \frac{a_1}{a_2} = \frac{\sqrt{z_2}}{\sqrt{z_1}},$$

d. h. die Seitenlängen der Pflastersteine mit Würfelform müssen sich verhalten umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Zerdrückungsfestigkeiten. Hieraus lässt sich also in jedem Falle die Grösse der einzelnen Pflastersteine berechnen. (Siehe weiter unten.)

Die verschiedenen Werthe von Q haben wir im § 2 angegeben, ebendaselbst finden sich auch die verschiedenen Felgenbreiten der Fuhrwerksräder und die Zonenflächen der Räder.

Nach Ahlburg (S. 341) hat man mit Berücksichtigung der Grösse der Berührungszonen der Räder von verschiedenen Felgenbreiten folgende Annahmen gemacht:

1) ein Rad mit etwa 5,0 cm breiten Felgen wirkt beinahe schneidend.

2) ein Rad mit etwa 6,0 cm breiten Felgen übt auf die Strasse einen Druck von etwa 37,5 kg pro Quadratcentimeter aus.

3) ein Rad mit etwa 7,3 cm breiten Felgen übt auf di Strasse einen Druck von etwa 150 kg pro Quadratcentimeter aus.

4) ein Rad mit etwa 10 cm breiten Felgen übt auf die Strasse einen Druck von etwa 100 kg pro Quadratcentimeter aus.

5) ein Rad mit etwa 14,6 cm breiten Felgen übt auf die Strasse einen Druck von etwa 70 kg pro Quadratcentimeter aus.

6) ein Rad mit etwa 15~24 cm breiten Felgen übt auf die Strasse einen Druck von etwa 77,5 kg pro Quadratcentimeter aus.

Digitized by Google

Hieraus geht hervor, dass die in letzter Tabelle unter 11 — 13 angegebenen Pflasterungsmaterialien zu Strassen, auf denen sich derartiges Fuhrwerk bewegt, nicht Verwendung finden können, und dass nur der Quarzfels vom Rammelsberge bei Goslar und allenfalls auch noch der Basalt aus dem Göttingschen die Festigkeit besitzt, den Druck eines Rades von 7,3 cm Felgenbreite ertragen zu können. —

Die Wahl des Bestimmungsmateriales hängt aber nicht nur von der Zerdrückungsfestigkeit allein ab, sondern hat sich auch nach der zu erwartenden Abnutzung der Strasse zu richten. Es ist von der grössesten Wichtigkeit, dass das gewählte Material die Abnutzung der Steinbahn zu einem Minimum macht.

„Das Maass der Abnutzung der Steinbahnen" — sagt Ahlburg — „steht unter sonst gleichen Verhältnissen im graden Verhältnisse zur Frequenz, aber keineswegs im graden Verhältnisse zu der Widerstandsfähigkeit, welche das Material gegen das Zerdrücken besitzt; auf Strassen, welche von leichten Fuhrwerken benutzt werden, findet vielmehr ein Abschleifen des Materiales statt, während auf solchen Strassen, auf denen sich schwere Fuhrwerke, namentlich mit schmalen Radfelgen, bewegen, dasselbe zerdrückt wird."

Bokelberg,*) welcher hierüber wol die fleissigsten Untersuchungen angestellt hat, sagt:

1) die quantitative Abnutzung des Materiales in der Oberfläche der von schweren Fuhrwerken stark benutzten Steinschlagbahnen steht im umgekehrten Verhältniss der 1,5fachen Potenz der rückwirkenden Festigkeit derselben, oder die zerdrückten Materialquantitäten q und q_1 verhalten sich umgekehrt wie die $\frac{3}{2}$-te Poteuzen der rückwirkenden Festigkeiten f und f_1 der Gesteine, oder es ist:

$$\text{(I)} \qquad \frac{q}{q_1} = \frac{f_1^{\frac{3}{2}}}{f^{\frac{3}{2}}}$$

für Steinschlagbahnen.

*) Bokelberg: „Vortrag über den Nutzungswerth der Wegebaumaterialien von verschiedener Beschaffenheit." — Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins 1861, S. 357.

Digitized by Google

2) für Materialien von mehr als 1400 kg pro Quadratcentimeter Grundfläche geschliffener Würfel ist statt der $\frac{3}{2}$ten Potenz nur die $\frac{5}{4}$te Potenz der Festigkeitszahl in der vorgedachten Beziehung zu Grunde zu legen; es ist also:

$$\text{(II)} \qquad \frac{q}{q_1} = \frac{f_1^{\frac{5}{4}}}{f^{\frac{5}{4}}}$$

für Würfelpflasterungen.

3) kommt dagegen das Abnutzungsmaass solcher Gesteine zur Vergleichung, deren Festigkeit sehr weit und zwar mindestens um das Doppelte von einander abweicht, und von welchen das festere Gestein ohnehin von grösserer Dauerhaftigkeit gegen chemische Zersetzungen ist, als das minder feste, so darf ein zwischen der anderthalbfachen und zweiten Potenz der rückwirkenden Festigkeit liegendes Verhältniss angenommen werden.

4) ist der Unterschied der rückwirkenden Festigkeit mindestens dreifach, so steht die Haltbarkeit des Gesteins nahezu im Verhältniss mit der zweiten Potenz der rückwirkenden Festigkeiten; wir haben dann also die Gleichung:

$$\text{(III)} \qquad \frac{q}{q_1} = \frac{f_1^{\,2}}{f^2}.$$

Hiernach ersetzten also beispielsweise unter übrigens gleichen Umständen 0,025 cbm Basalt von 10 000 kg Festigkeit pro 6 qcm des geschliffenen Würfels etwa:

0,029 cbm*)	Basalt von	9000 kg	Festigkeit.
0,034 „	„ „	8000 „	„
0,043 „	„ „	7000 „	„
0,054 „	kieseliger Grauwacke von .	6000 „	„
0,075 „	„ Korallenkalk von	5000 „	„
0,095 „	„ „ „	4500 „	„
0,125 „	Muschelkalk von	4000 „	„
0,175 „	bis 0,200 cbm Sandstein von .	3500 „	„
0,225 „	„ 0,275 „ Kreidekalk von .	3000 „	„

Nun sind aber noch ausser der Festigkeit für die Dauer einer Steinbahn oder das Maass der Abnutzung noch andre

*) Diese Zahlen sind etwas unrund, weil sie aus hannoverschen Cubikfussen und Pfunden berechnet wurden.

Digitized by Google

Eigenschaften der Steinmaterialien in Frage zu ziehen. Man hat nämlich darauf Rücksicht zu nehmen, ob das Gestein sich leicht spaltet, ob es bequem zu regelmässigen Körpern verarbeitet werden kann, ob es mehr oder minder der Verwitterung ausgesetzt ist. Ferner ist von Wichtigkeit, ob die abgestossenen Theile eine starke Cohäsion zeigen oder nicht, ob sie zusammenfritten und dadurch eine feste und ebene Bahnoberfläche zu allen Zeiten sichern, ob das Binden sich leicht erzielen lässt u. s. w.

Bei der Unterhaltung der Strassen in Braunschweig hat man (nach Ahlburg) die Unterhaltungsmaterialien, auf weitreichende Versuche und Beobachtungen gestützt, ihrem Werthe nach in folgende fünf Hauptclassen*) zusammengefasst:

1. Classe: Hornfels, Gabbro, dichter Grünstein und Basalt.

2. Classe: Grobkörniger Grünstein, Grauwacke, körniger Quarz, Kieselschiefer und nordische Geschiebe.

3. Classe: Die sub 2 genannten Gesteine in minder festem Vorkommen.

4. Classe: Zechstein, Roggenstein, Muschelkalk, Jurakalk und Juradolomit.

---

*) Andre Schriftsteller und Praktiker fassen alle Gesteine in nur vier Hauptclassen zusammen und zwar unterscheiden sie:

1. Classe: Feste und gut bindende Steine (Basalt, Stinkkalk, Porphyr).

2. Classe: Feste, aber nicht gut bindende Steine (Gabbro, Syenit, Grauwacke, Quarzfels, Kohlensandstein).

3. Classe: Weniger feste, aber gut bindende Steine (Muschel-, Portland- und Jurakalk).

4. Classe: Weniger feste und nicht gut bindende Steine (Sandstein, Kalkstein u. s. w.).

Diese letzteren Gesteine werden aber zu Strassenpflasterungen nur ausnahmsweise verwendet.

Feste Steine, welche nicht gut binden (2. Classe), geben eine gute Bahn bei starkem Verkehre; weniger feste Steine, welche aber gut binden (3. Classe), eignen sich sehr gut zu Strassen mit weniger schwerem Verkehre, während sich endlich die erste Classe stets gut bewähren wird. —

Digitized by Google

5. Classe: Plänerkalk und die sub 4 genannten Gesteine in minder festem Vorkommen, — alle insoweit sie nicht zerfrieren.

Diese Gesteine stehen in einem solchen Verhältniss zu einander, dass von der zweiten Classe das zweifache, von der dritten Classe das dreifache, von der vierten Classe das vierfache und endlich von der fünften Classe das fünffache Quantum des einfachen Quantums der ersten Classe zu ersetzen vermag. Sollen andre, hier nicht genannte Gesteine zur Verwendung kommen, so ist es eine Hauptaufgabe des betreffenden Ingenieurs, dieselben in dieser Scala richtig einzureihen.

Hiernach lässt sich mit Leichtigkeit eine richtige Wahl des Besteinungsmateriales in jedem gegebenen Falle treffen. Man verfährt im Allgemeinen bei dieser Wahl folgendermassen. Zunächst berechnet man sich (nach Erfahrungsresultaten) unter Berücksichtigung der Zerdrückungsfestigkeiten der zur Verfügung stehenden Gesteinsarten, wieviel Cubikmeter pro laufenden Meter Strassenlänge in einem Jahre abgenutzt werden. Darauf hat man sich die Gesammtkosten eines Cubikmeters zu berechnen, die den Brecherlohn, den Bruchzins, den Transport bis zur Benutzungsstelle, das Aufsetzen der Steine, ihr Verarbeiten, das Festwalzen u. s. w. stets umfassen, und mit der Zahl der nöthigen Cubikmeter pro laufenden Meter zu multipliciren, so hat man die Kosten des Materiales pro Jahr. Durch einfaches Vergleichen dieser Gesammtkosten wird sich dann das zweckmässigste Bestimmungsmaterial sofort finden lassen.

Nach den uns vorliegenden amtlichen Berichten werden vorwiegend als Material zu den Steinpflasterungen gewählt:

in Berlin: der Granitstein, Grauwacke, Diabas, Porphyr, Melaphyr und Basalt-Lava*);

„ Baden-Baden: der harte Porphyrstein auf Strassen mit regerem Verkehre, der Sandstein auf Strassen mit schwachem Verkehre;

„ Basel: Kieselsteine, welche im Rhein bei Niederwasser aufgefischt werden;

„ Breslau: der Granitstein;

*) Siehe die Tabelle im Anhang VII.

Digitized by Google

in Cöln am Rhein: früher ausschliesslich der Basaltstein, da derselbe aber zu leicht glatt wurde, so wird jetzt die Grauwacke, der Sandstein verwendet;
„ Frankfurt am Main: der Basaltstein;
„ Hannover: der Gabbro und der Basaltstein;
„ Karlsruhe: harter Sandstein aus eigenen Brüchen;
„ London: der Granitstein;
„ Leipzig: der Granitstein auf Strassen mit stärkerer Frequenz, der Basaltstein auf Strassen mit weniger starker Frequenz;
„ Stettin: a) Fahrdamm: der Granitstein (aus Findlingen geschlagen), der schwedische Quadrat-Grünstein bei besseren Strassen;
b) Trottoir: der Granitstein (aus Findlingen geschlagen), der schwedische Quadrat-Grünstein bei besseren Strassen oder rother Wesersandstein;
„ Strassburg im Elsass: Eurit- oder Basaltstein;
„ Stuttgart: der Liaskalkstein aus der Nähe Stuttgarts, der Melaphyrstein aus den Brüchen bei Kusel in der Rheinpfalz, der Granitstein, seltener in Verwendung gekommen;
„ Warschau: der Granitstein aus Norwegen; der Porphyrstein aus Galizien. —

Wir schliessen diesen Paragraphen mit der Bemerkung, dass der geschätzte Leser statistische Angaben über die Abnutzung der Steinpflasterungen in dem Capitel „Die Unterhaltung der Steinstrassen“ finden wird.

§ 50. Eintheilung aller Steinpflasterungen.

Sämmtliche Strassenpflasterungen mit den im vorigen Paragraphen aufgeführten Gesteinen lassen sich in die beiden Hauptclassen eintheilen:

A. Pflasterungen mit natürlichen Steinen,

B. Pflasterungen mit künstlich hergestellten Pflastersteinen.

Diese beiden Hauptclassen zerfallen nun in mehrere Unterclassen, so dass man von den gesammten Steinpflasterungen folgende Tabelle von Pflasterungsmethoden aufstellen kann:

Digitized by Google

Tabelle XXIII.

I. Pflasterungen mit natürlichen Steinen.

A. Pflasterbahnen:

1) Reihen- und Würfelpflaster;
2) Reihenschiebepflaster;
3) Schiebepflaster;
4) Rippenpflaster;
5) Combinirtes Reihen- und Schiebepflaster;

B. Steinschlagbahnen oder Chaussirungen:

1) Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau;
2) Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau, aus ungleich grossen Gesteinsstücken;
3) Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau, aus gleich grossen Gesteinsstücken oder macadamisirte Strassen;
4) Steinschlagbahnen mit Grand-Unterbau;
5) Steinschlagbahnen mit Unterbau aus Raseneisensteinen, Eisenschlacken, zerschlagenen Ziegelsteinen u. s. w.

C. Eisenschlacken-Pflasterungen.

D. Grand- oder Kiesschotterbahnen.

E. Kiesbahnen.

II. Pflasterungen mit künstlichen Pflastersteinen.

A. Klinkerbahnen.

B. Pflasterungen mit theergetränkten Ziegelsteinen.

C. Pflasterungen mit künstlichen Pflastersteinen aus Hohofenschlacken.

D. Pflasterungen mit patentirten Pflastersteinen nach der Methode von E. Braun.

E. Thonfliesenpflasterungen (Mosaikpflaster aus Mettlacher Thonfliesen).

Im Folgenden werden wir alle diese Pflasterungen, dem Zwecke dieses Werkes entsprechend, ganz ausführlich und genau erörtern, indem wir uns nicht darauf beschränken wollen, nur eine einzige Instruction abzudrucken, wie es in Lehrbüchern über Wegebau die Herren Autoren aus Bequemlichkeit oft machen,

Digitized by Google

sondern das Neueste und Wissenswertheste aus mehreren, uns zur Hand liegenden Instructionen, Gutachten u. s. w. schöpfen wollen, damit der geschätzte Leser nicht nur mit einer, sondern mit verschiedenen Ansichten bekannt gemacht wird. Freilich werden uns — und darauf machen wir besonders aufmerksam — die „Technischen Anweisungen zum Bau der Kunststrassen in Hannover (1860)" als Fundament zu unserem, nicht leicht aufzuführendem Gebäude dienen!

II. Pflasterungen mit natürlichen Steinen.

§ 51. Herstellung des Untergrundes und der Unterbettung. (Vergl. Anhang III.)

Jedes Strassenpflaster erhält eine Unterbettung, welche aus wasserdurchlässigem Materiale besteht, das sich aber nicht durch Wasseraufnahme erweichen darf.

Zu dieser Unterbettung eignet sich vorzugsweise feiner Grand, Kies und grobkörniger Sand, der das Meteorwasser durchlässt, aber nicht anzieht. Besteht die Strassenunterfläche, d. h. das natürliche Terrain, bereits aus solchen Bodenarten, so ist selbstverständlich eine künstliche Unterbettung nicht mehr von Nöthen.

Man hat für die Unterbettung je nach der beabsichtigten Dauerhaftigkeit der Strasse gewöhnlich folgende Mittel verwendet:

1) eine Kieslage von 15—30 cm Stärke, deren Körner etwa die Grösse einer Nuss haben.

2) eine Schotterlage, auf welcher eine Kieslage zur Abgleichung liegt. Die Stärke beider Lagen zusammen schwankt dann auch zwischen 15 und 30 cm.

3) eine Packlage, auf welcher sich auch die sub 2) genannten Lagen befinden; die Stärke dieser Unterbettung bewegt sich zwischen den Grenzen von 25—40 cm.

4) eine Betonschicht (aus magerem Beton) von 10—20 cm Stärke, auf welcher die Pflastersteine regelrecht in hydraulischem Mörtel versetzt werden.

Digitized by Google

Diese letztere Herstellungsweise kommt nur ausnahmsweise und namentlich bei Strassen mit besonders starkem Verkehre und Prachtstrassen zur Ausführung. Die Betonschicht ist sehr günstig in gesundheitlicher Hinsicht, hat aber die beiden Nachtheile, dass es sich auf einem solchen Pflaster sehr hart fährt, und dass nur schwer dies Pflaster aufgerissen werden kann, falls Reparaturen von unter der Strasse liegenden Gas- oder Wasserleitungsröhren vorgenommen werden sollen. (Siehe § 56.)

Je wasserdichter und loser der Untergrund der Strasse ist, je grösser und stärker der zu erwartende Verkehr und je schlechter das zur Verfügung stehende Unterbettungsmaterial, desto stärker muss die Unterbettung hergestellt werden. Man wählt aber auch die Unterbettung stärker in Ländern mit strengerem Klima, weil die Unterbettungssohle gegen den Frost gesichert sein muss. Hiernach schwankt die Stärke der Unterbettung zwischen 25 und 50 cm. (Man pflegt zuweilen die Stärke der Bettung einschliesslich der Pflastersteine zu rechnen.)

Diese Unterbettung muss, falls sie nicht von selbst schon genügende Festigkeit besitzt, durch Stampfen, Rammen oder Walzen sorgfältig comprimirt werden. Bei dieser Operation muss die Unterbettung, wenn sie nicht von selbst schon feucht genug ist, noch tüchtig angenässt werden.

Die Unterbettung spielt bei allen Strassenpflasterungen eine ganz bedeutende Rolle. Die Strassenoberfläche soll stets so dicht besetzt sein, dass zwischen den einzelnen Steinen keine offenen Fugen entstehen, damit die Oberfläche auch vollständig wasserdicht sein kann. Da es aber nicht zu vermeiden ist, dass die Fugen zwischen den einzelnen Pflastersteinen nach kürzerer oder längerer Zeit undicht werden, da sich gar bald — namentlich bei sehr starkem Verkehre — Unebenheiten an der Pflasteroberfläche zeigen, so wird ohne Frage das auf die Strasse fallende Wasser sich durch die Fugen einen Weg zu bahnen und einzusickern suchen.

Dieses Tagewasser muss nun von der Unterbettung unschädlich abgeführt werden, was leicht geschehen kann, wenn der Strassen-Untergrund auch aus wasserdurchlässigem, aber nicht wasseranziehendem Boden besteht.

Digitized by Google

Liegt aber die Sohle der Unterbettung auf einem Untergrund, welcher wasserundurchlässig ist (z. B. Thon), so ist die unschädliche Abführung des Meteorwassers keine so einfache mehr, sondern es muss dann die Unterbettung durch Sickercanäle oder Drains (siehe Abschnitt II: „Entwässerungsanlagen") künstlich entwässert werden. Die künstlichen Entwässerungen sind aber weniger von Nöthen, weil fast stets der Untergrund der Strassen das Wasser durchlässt.

Zweckmässig lässt man die Unterbettung etwa 15 cm auf jeder Seite über die Breite des Strassenpflasters hinausragen, um die Strasse gegen seitliches Eindringen des Wassers zu schützen.

Die Herstellung der Strassenunterbettung ist folgende.

Nachdem der Graben für die Unterbettung (Erdkasten, Koffer, auch Pflasterbett genannt) ausgehoben ist, wird für eine möglichst gründliche Entwässerung d. h. Austrocknung des Strassenuntergrundes gesorgt und dann seine Sohle sorgfältig gedichtet und sauber abgeglichen. Hierauf bringt man das Material für die Unterbettung — also grobkörnigen Sand oder Kies oder Grand u. s. w. — möglichst in reinem Zustande ein und lagert die unteren Lagen zunächst neben dem Unterbettungsgraben ab, während die oberen Lagen in den Graben gefahren werden. Nur so erhält man eine gute Unterbettung und vermeidet von vornherein Wassersäcke.

Das so eingefahrene Material wird nun fleissig begossen und dann durch Handstampfen, Handrammen oder Walzen sorgfältig comprimirt. Einige Ingenieure begnügen sich damit, eine Comprimirung nur durch Annässung zu bewirken, allein dieses Verfahren kann nicht gebilligt werden.

Die Festigkeit der ganzen Strasse hängt wesentlich von der Festigkeit der Unterbettung ab. Diese Unterbettung erhält den Druck gegen die einzelnen Pflastersteine, die nicht ausweichen können, ohne benachbarte Steine zu heben; sie vertheilt die Verkehrslast gleichmässig auf den Strassenuntergrund; sie verhindert ein Auffrieren und Aufweichen dieses Untergrundes, weil sie das einsickernde Wasser unschädlich abführt.

Bedeutet z die Höhe der Unterbettung, so vertheilt sich der Raddruck auf den Untergrund auf die Breite b nach Professor Fränkel in Dresden:

$$b = 30 + 1{,}5\,z \text{ in Centimetern.}$$

Digitized by Google

Ist also beispielsweise die Unterbettung $z = 30$ cm, so vertheilt sich der Raddruck auf 75 cm Breite. Hieraus sieht man also, dass man den Untergrund am wenigsten beansprucht, wenn man die Unterbettung möglichst hoch nimmt, oder (wie wir bereits eingangs bemerkten): je loser der Untergrund ist, desto stärker muss die Unterbettung sein, damit der Raddruck sich auf eine möglichst grosse Breite auf den Untergrund vertheilt. —

Wie wir bereits bei den Strassenprofilen im ersten Abschnitte dieses Werkes sahen, so erhält die Pflasteroberfläche stets ein Seitengefälle, um möglichst viel Wasser gleich oberhalb abführen und möglichst wenig in die Unterbettung eindringen zu lassen. Man wölbt die Strassen gewöhnlich nach einem Kreisbogen und nimmt den Pfeil des Bogens $f = \frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{30}$ (im Mittel also $f = \frac{1}{40}$) der Strassenbreite an. Es ist jedoch auch zweckmässig, der Unterbettungssohle eine gleiche Wölbung zu geben, die aber auch hier nicht etwa die Wirkung eines Gewölbes haben soll, sondern lediglich nur zur Abwässerung dient. Man darf aus diesem Grunde die Wölbung nur so stark machen, wie wir es soeben angaben und hat zu setzen:

$f = \frac{1}{50}$ bei sehr gutem Steinpflaster mit ebener Oberfläche,

$f = \frac{1}{30}$ bei schlechtem Steinpflaster mit unebener Oberfläche. — —

Zum Schluss dieses Paragraphen wollen wir nach den uns vorliegenden amtlichen Berichten einige Herstellungsweisen von Unterbettungen kurz besprechen.

In Berlin wird die Unterlage hergestellt:

a) aus einer ca. 10 cm starken Packlage,
b) aus einer ca. 8 cm starken Schüttlage,
c) aus einer ca. 8 cm starken Kiesbettung

zusammen also ca. 26 cm starke Unterbettung, deren nähere Beschreibung der geschätzte Leser im § 56 findet; vergl. auch Anhang VI.

In Breslau besteht die Unterbettung aus einer 30 cm starken Odersandlage.

Digitized by Google

In Bukarest liegt das Granitpflaster auf einer soliden Schlägel-Schotterbettung (oder auch Beton), und es befindet sich zwischen dem Würfel und dem Bette eine vermittelnde Schicht von feinerem Donaukies.

In Dresden wird auf den planirten und abgewalzten Untergrund ein 15 cm starkes Packlager gesetzt und ebenfalls abgewalzt, hierauf kommt die 28 cm hohe Bettung von Elbkies, so dass also die ganze Unterbettung circa 43 cm Stärke besitzt.

Endlich ist die Unterbettung in Stuttgart 28 cm hoch; es schreibt der Herr Stadtbaurath Kaiser an den Verfasser hierüber Folgendes:

„Der Untergrund in hiesiger Stadt besteht grösstentheils aus Lehm oder Mergel, beide sind aber genügend fest. Die Unterbettung besteht aus einer 15 cm hohen Schichte Steinbrocken aus der Keuperformation, dann 10 cm hohem gereinigten Flusskies und dann endlich 3 cm hohem reinen Flussand.“ —

§ 52. Verschiedene Anordnungsweisen der Gossen (Rinnsteine).

Bevor wir zur Besprechung der einzelnen Pflasterungssysteme übergehen, wollen wir das Nothwendigste von der Bildung der Gossen oder Rinnsteine hier folgen lassen, indem wir bemerken, dass diese Anordnungsweisen bei fast allen Steinpflasterungen wiederkehren. Wenn wir also bei den meisten Pflasterungen nichts von den Gossen erwähnen, so sind dieselben dort stets nach den hier aufgestellten Regeln anzulegen. Uebrigens verweisen wir auf den Paragraphen „Anlagen der Trottoirs“ im neunten Abschnitte dieses Werkes.

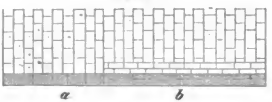
Jedes Steinpflaster wird mit Bord- oder Kantensteinen (vergl. § 71, Schluss) eingefasst und diese Kantensteine greifen stets tiefer in die Unterbettung ein. Die Bordsteine haben den Zweck, einen möglichst dauernden Anhalt für die Höhenlage zu bieten. Sie dürfen keine durchlaufenden Längsfugen an ihrer inneren Seite bilden und im Querschnitt der Strasse höchstens eine Breite von 30 cm besitzen. Die Längsfugen würden bald ausgeschliffen werden. In der Regel setzt man die Kantensteine nach aussen bündig (Fig. 94 a, b, c). Fehlerhaft ist die Anordnungsweise in Fig. 95 a und b. (Vergl. auch § 64.)

Digitized by Google

Die Bordsteine sind mindestens 25 cm hoch; sie sollen in ihren Stossfugen auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ ihrer Höhe dicht schliessen. Unten dürfen sie nicht dicht schliessen, damit das Wasser leicht in die Unterbettung fliessen kann. Damit die Bordsteine nicht durch den Frost gehoben werden können, so sollen sie genügend tief mit Bettungssand oder besser mit Kies oder Grand unterstopft sein. Wenn möglich, sind würfelförmige Kantensteine nicht zu verwenden; dieselben sind grade nicht sehr empfehlenswerth.

Fig. 94.

Fig. 95.



In unseren Städten findet man häufig auch erhöhte Kantensteine, sogenannte Hochbordsteine, zur Einfassung des Pflasters benutzt, deren Dimensionen in den Figuren 96 und 97 angegeben sind. Diese Hochbordsteine sollen im

Fig. 96.

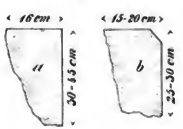
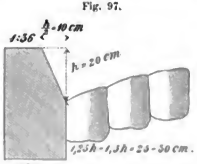


Fig. 97.



Mittel in einer Höhe $h = 20$ cm über dem Pflaster liegen und etwa 1,25 h bis 1,5 h tief unter der Oberfläche der Strassenbahn gelegen sein. Diese Hochbordsteine werden nach der Strassenseite zu abgeschrägt und zwar wählt man am zweckmässigsten das Abschrägungsmaass $\frac{h}{2}$. Die Hochbordsteine müssen ein Gefälle nach den Gossen zu besitzen (s. Trottoirs). — Die Bordsteine bestehen aus Quadersteinen oder bei ganz untergeordneten Strassen aus dünnen, plattenförmigen Steinen. Diese letzteren sind aber gar nicht haltbar und

Digitized by Google

sollten deshalb bei städtischen Strassenanlagen keine Verwendung finden. —

Neben den Kantensteinen bildet sich schon von selbst eine Gosse (Fig. 97), in welcher das von den gewölbten oder geschrägten Oberflächen des Strassendammes und des Trottoirs abfliessende Wasser sich sammelt und theils in derselben weiter geführt wird, theils aber auch verdunstet.

In der „Hannov. Instruction" findet sich folgender beachtenswerthe § 99, welcher bei der Anlage der Gossen befiehlt:

„Wo in Städten und geschlossenen Orten auf Wasserabzug Gewicht zu legen ist und die Strasse ein erhöhtes Bord hat, kann die Sohle der Gosse eine Horizontale in der Breitenrichtung der Strasse bilden. Eine scharfe Gosse ist aber besser. — Das Gefälle der Gosse wird

1) bei rauhen Bruchsteinen oder Wacken $\frac{1}{144}$;

2) bei glatten Bruchsteinen $\frac{1}{288}$ bis $\frac{1}{200}$;

3) bei gut versetzten Klinkern*) und Werkstücken $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{600}$

angenommen. Wenn die Strasse nicht dieses Gefälle hat, lässt man die Gossen steigen oder fallen und macht am tiefsten Punkte Abzüge.**) Das Quergefälle der Strasse ist dann variabel, an den Abzügen stets am grössten. — Bei städtischen Pflasterungen werden die Steine, welche die Gosse bilden sollen, gleich in die richtige Höhe gestellt. Bei der Festrammung des übrigen Pflasters erreichen dann die Gossensteine hinreichend festen Stand. Dies Verfahren hat darin seinen Grund, dass bei der Festrammung leicht das richtige Gefälle der Gosse verloren gehen oder doch Unregelmässigkeiten entstehen könnten; ferner, weil bei erhöhten Bordsteinen die Gossensteine mit der Ramme nicht gut zu treffen sind und auch die Ueberhöhung der zu rammenden Steine sich auf 0,6 bis 1,3 cm vorher nicht zutreffend angeben lässt." —

Hiernach ist die Construction Fig. 98 eine durchaus richtige und empfehlenswerthe.

*) S. § 77 das „Klinkerpflaster".

**) S. die „Canalisation der Städte" im zweiten Abschnitte dieses Werkes.

Digitized by Google

Die untenstehende Anordnungsweise (Fig. 99), wo der Bordstein künstlich zu einem Rinnsteine ausgearbeitet ist, kann nicht empfohlen werden, denn eine solche Gossenanlage ist nicht

Fig. 98.

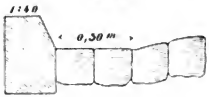


Fig. 99.

nur theuer, sondern hat auch noch den Uebelstand, dass die hineingerathenen Wagenräder die Kantensteine leicht aus ihrer Lage bringen und auch beschädigen.

Eine dritte Herstellung zeigt Fig. 100, die namentlich in Breslau vielfach zur Ausführung kommt. Der Uebelstand ist hier derselbe wie bei der soeben besprochenen Anordnungsweise: das Wagenrad wird sehr bald den Bordstein zerstören, und die Bearbeitung dieses Steines dabei eine sehr theure sein.

Fig. 100.

In Berlin war bis vor Kurzem — ja ist sogar hier und da noch heute eine sehr unzweckmässige Gossenanlage vorhanden. Die Rinnsteine sind dort nämlich oft sehr schmal und dafür sehr tief angelegt, was als durchaus fehlerhafte und für die Passanten gradezu gefährliche Construction bezeichnet werden muss. Diese Rinnsteine sind nicht nur schwer zu übersteigen, weil der Höhenunterschied zwischen der Strassenfahrbahn und dem Trottoir ein sehr beträchtlicher ist, sondern auch gefährlich für diejenigen, welche das Unglück haben, im Winter auszugleiten und in den Rinnstein zu gerathen. Diese Construction muss unbedingt als veraltet bezeichnet und darf deshalb niemals nachgeahmt werden; man bemüht sich deshalb auch in Berlin diese baldmöglichst zu entfernen.

Aus der Polizeiverordnung der Stadt Köln (siehe „Trottoiranlagen der Stadt Köln“ im Abschnitt IX) wollen wir zum Schluss noch einige, hierauf sich beziehende interessante Verordnungen anführen.

„Zur Trottoireinfassung sind sogenannte Bordsteine von mindestens 0,9 m Länge und mindestens 0,3 m Breite und 0,15 m Höhe zu verwenden. Die obere Vorderkante muss 0,125 m über dem Rinnenrand hochliegen und parallel mit demselben laufen, die

Digitized by Google

untere Kante 0,025 m tief hinter dem Rinnenrande versenkt sein . . . . .

Die Strassenrinnen müssen aus Niedermendiger Hausstein, 0,3 m breit, 0,2 m hoch und 0.025 m tief in Stücken von mindestens 0,9 m Länge gefertigt werden . . . . .

An allen Strassenecken müssen die Trottoireinfassungen abgestumpft oder abgerundet sein . . . .

Es kann eine Ueberkragung der Bordsteine über die Strassenrinnen bis zu 0,1 m gestattet werden. Eine solche Ueberkragung behufs Erbreiterung des Trottoirs muss bei schon bestehenden Trottoirs ausgeführt werden, wenn die Polizeibehörde die Nothwendigkeit der Erbreiterung derselben anerkennt. Bei allen Trottoirs mit Rinnenüberkragung müssen die Einfassungssteine mindestens 0,75 m breit sein, beziehungsweise bei Trottoirs von geringerer Gesammtbreite die ganze Trottoirfläche bedecken." —

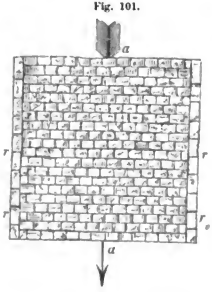
A. Pflasterbahnen.

1. Das Reihenpflaster.

§ 53. Die üblichsten Stellungen der Pflastersteine.

Das in jeder Beziehung zweckmässigste Steinpflaster ist das sogenannte Reihenpflaster, das deshalb auch von allen Pflasterungsmethoden am meisten in unsren Städten zur Ausführung gekommen ist. Wo die Mittel zur Herbeischaffung von geeignetem Materiale ausreichen, wird man am besten ein Reihenpflaster stets anlegen.

Fig. 101.

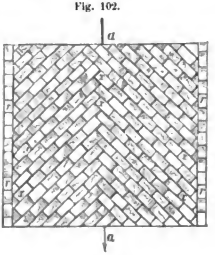


Bei den Reihenpflasterungen werden die einzelnen Pflastersteine aus Granit, Porphyr, Basalt u. s. w. gewöhnlich in Querreihen normal zur Längenrichtung der Strasse gestellt (Fig. 101). Diese Pflastersteine müssen in jeder Reihe von gleicher Grösse sein und mit den Querfugen in Verband angeordnet werden. (In den Figuren bedeuten *rr* die Bordsteine und *xx* die Fahrdammssteine.)

Digitized by Google

In den letzten Jahren hat man auch versuchsweise sogenannte Diagonal-Reihenpflasterungen in grösseren Städten hergestellt, d. h. die Reihen, welche auch hier gleichgrosse Pflastersteine erhalten, entweder unter einem spitzen Winkel (von 45°) gegen die Längenrichtung der Strasse geführt*) oder diese Reihen mit derselben Neigung, von den beiden Seiten nach der Strassenmitte zu ansteigend, gegen einander geführt, so dass sich in der Strassenmitte zwei Schichten treffen.**) (Fig. 102.) Gegen diese neue Pflasterungsmethode sind vielfach theoretische Bedenken erhoben worden, und wurde sie von Theoretikern hier und da sogar gänzlich verworfen. Die Theoretiker sagen nämlich u. A. auch: der einzelne Pflasterstein wird, falls er seine Nachbarn um etwas überragt (was stets eintrifft, wenn Steine von verschiedener Grösse nebeneinander gestellt werden), von dem Rade eines Fuhrwerkes in einem mathematischen Punkte gefasst; die Folge hiervon ist, dass bei den Diagonal-Reihenpflasterungen die Köpfe der Pflastersteine weit schneller rund gefahren werden, als bei den andren Reihenpflasterungen, dass sie sich also schneller abnutzen und die Strassenbahn eine geringere Dauer hat. Aber nicht nur die Strasse, sondern auch die Wagenräder nutzen sich rascher ab, weil sie eine seitliche Ablenkung erfahren und sich auf ihrer Achse verdrehen.

Fig. 102.



Diese theoretischen Hypothesen werden jedoch von einzelnen Praktikern stark angezweifelt und — vielleicht mit Recht — energisch bekämpft. Diese halten es grade für einen Vortheil

*) Diese Diagonal-Reihenpflasterung darf jedoch nur in schmalen Strassen verlegt werden, wo es z. B. auch in Berlin — in der Dresdenerstrasse, Friedrichstrasse (zwischen Behrenstrasse und „Unter den Linden“) u. a. — zur Ausführung gekommen ist.

**) Diese Stellung der Pflastersteine wird z. B. in Berlin in belebteren Strassen der älteren Methode neuerdings vorgezogen! — Auch in Stuttgart — in der Königsstrasse — ist versuchsweise vor etwa zwei Jahren ein solches Diagonal-Reihenpflaster verlegt worden, deren Ergebnisse z. Z. noch nicht genau festgestellt werden konnten. — (S. § 56.)

Digitized by Google

des Diagonal-Reihenpflasters', dass die Wagenräder niemals längs einer Pflasterfuge rollen, sondern dieselbe stets quer überfahren. Allein der Streit ist noch nicht endgültig entschieden, weil das Diagonalpflaster noch zu jung ist und langjährige Erfahrungen bis jetzt noch fehlen.

Unserer unmassgeblichen Meinung nach dürfte jedoch das Diagonal-Reihenpflaster vor dem Reihenpflaster älterer Construction folgende, unleugbare Nachtheile besitzen:

1) die Ausführung ist — wie § 56 auch zeigt — bedeutend schwieriger, wenigstens setzt sie geübtere Steinmetze voraus;

2) der Anschluss der Pflastersteine an die Bordschwellen (*rr*) ist ebenfalls schwieriger, da die Anschlusssteine die Gestalt dreiseitiger Prismen (Zwickel genannt) besitzen müssen;

3) man hat bei diesem Pflasterungssystem nicht weniger als drei verschiedene Steinformen nöthig, nämlich:

a) die grossen, rechteckigen Pflastersteine, welche in der Strassenmitte liegen und den sogenannten Grat bilden;*)

b) die etwas kleineren Steine in den einzelnen Diagonal-Reihen;

c) die dreieckigen Zwickel an den Bordschwellen;

4) hat die Strasse Pferde-Eisenbahn-Geleise, so können die anstossenden Pflastersteine nicht dreieckige Zwickel sein, weil diese zu geringe Standfestigkeit besitzen; es müssen daher eigens zu diesem Zwecke schwere, fünfeckige Pflastersteine gehauen werden. Bei Strassen mit Geleisen hat man also nicht weniger als vier verschiedene Pflastersteinformen nöthig; das ist entschieden ein grosser Nachtheil dieses Pflasters.

Da erfahrungsgemäss in der Dauer des Diagonal-Reihenpflasters und des Pflasters mit normal zur Längenrichtung der Strasse gestellten Querreihen kein Unterschied ist, da ferner zwischen Geleisen dieses letztere Reihenpflaster stets angeordnet werden muss, so ist es nicht gerechtfertigt, das Diagonal-Reihenpflaster, weil es den einzigen Vortheil des schöneren und ele-

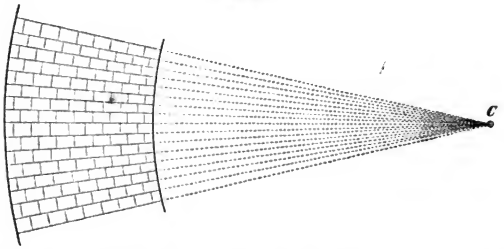
*) In Fig. 102 ist das sogenannte Grätensystem nicht dargestellt; man hat also hier nur zwei Steinformen nöthig. (Siehe aber die Figuren im § 56.)

Digitized by Google

ganteren Aussehens hat, vor dem älteren Reihenpflaster vorzuziehen, wie es z. B. in Berlin unbegreiflicherweise geschieht! —

Hat die Strasse Krümmungen, so sind die Pflastersteine radial zu den Curven anzuordnen (Fig. 103). Zu diesem Zwecke

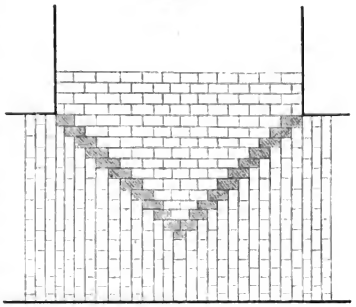
Fig. 103.



sucht man sich aus den zur Verfügung gestellten Pflastersteinen die passendsten aus. Bei stark gekrümmten Strassen sind die Steine mit richtigem Verbande in der Gehrung zusammenzusetzen.

Wo eine Strasse in eine andre seitlich einschneidet, müssen die Pflastersteine im Verband liegen wie Fig. 104 (und Figg. 112—115 im § 56) zeigt. Die Stossfugen liegen hier selbstverständlich auch im Verband.

Fig. 104.

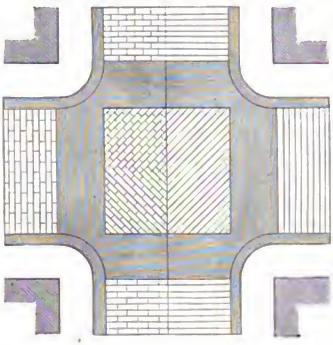


An den Anschlüssen von Nebenstrassen und an Kreuzungsstellen werden die Steine so gestellt, dass die Hauptfahrrichtung möglichst normal zur Richtung der

Digitized by Google

Steinreihen liegt. (Fig. 105.) Bei Strassen von geringerer Breite führt man am besten die schräge Reihenstellung von einer Kante bis zur andren ununterbrochen durch; bei Strassen von grösserer Breite ist das sogenannte Grätensystem (Figg. 112—115) neuerdings viel zur Anwendung gekommen. Hiernach lassen sich auch für entsprechende Durchbildungen auf Kreuzungen und bei Anschlüssen von Nebenstrassen gute Lösungen erzielen. (Vgl. § 56.)

Fig. 105.



§ 54. Die Grösse und Form der Pflastersteine zu Reihenpflasterungen.

Die Grösse der Pflastersteine ist in den einzelnen Städten eine ausserordentlich verschiedene. Allgemein darf man als Regel festhalten, dass die Minimalkopffläche der Steine 100 qcm, die Maximalkopffläche 500 qcm betragen soll. Kleiner gewählte Pflastersteine haben den grossen Nachtheil, dass sie zu leicht eingedrückt werden; grössere Pflastersteine aber vergrössern die Gefahr des Ausgleitens der Pferde, deren Hufe in den Fugen einen sicheren Halt finden. Für geneigte Strecken sind Steine geringerer Breite wegen grösserer Standsicherheit der Pferde dagegen günstiger.

Die Pflastersteine zu Reihenpflasterungen erhalten am besten eine parallelepipedische Form, deren Breite 8—20 cm, deren Länge (in der Richtung der Strasse) 10 bis höchstens 30 cm, deren Höhe 15—30 cm beträgt. Bei einer Form, die vielfach als rationell empfohlen wird, ist die Länge $l = 1{,}5\,b$ (der Breite) bis $l = 2\,b$. Hiernach dürften Pflastersteine von:

Digitized by Google

20 cm Strassenlänge, 15 cm Strassenbreite und 15—20 cm Höhe sich zur Bildung eines Reihenpflasters ganz besonders eignen. (Fig. 107.)

Diese vollständige parallelepipedische Form ist aber oftmals zu theuer und wählt man statt ihrer die abgestumpfte pyramidale Form. Bei dieser Form der Pflastersteine, die natürlich nicht so gut als die parallelepipedische ist, ist zu beachten, dass die Fugen mindestens auf halbe Höhe der Steine dichten Schluss haben müssen, und also die Verjüngung der Steine erst unter der Kopffläche bei $\frac{h}{2}$ beginnen darf. Diese Höhe der Pflastersteine mit pyramidaler Form darf nicht unter 15 cm betragen; man geht bis $h = 25$ cm. Die Sohlenfläche dieser Steine soll mindestens gleich der Hälfte der Kopffläche sein, weil die Pflastersteine durch den Stoss der Räder in den Unterbettungskies getrieben werden, wenn sie stark keilförmige Gestalt haben und sich nicht nur in den Berührungslinien der Kopfflächen fassen (Fig. 106). Hiergegen wird in der Praxis vielfach gesündigt und ist die Nichtbefolgung dieser wichtigen Regel leider oft schuld an einer schlechten, unebenen Pflasterung mit kurzer Dauer. Die Breite der Kopffläche schwankt zwischen 7,5 cm bis 15 cm, so dass die Breite der Sohlenfläche hiernach also mindestens 4 cm bis 7,5 cm betragen muss. Die Länge solcher Pflastersteine wird zu 10 cm bis 30 cm gewählt. —

Fig. 107.

Fig. 106.

Ueber die Formen der Pflastersteine in Basel schreibt der Herr Kantonsingenieur J. Merian an den Verfasser:

„In Basel wird die Strassenpflasterung aus im Rhein bei Niedrigwasser aufgefischten Kieselsteinen nach drei Klassen hergestellt. Diese drei Klassen unterscheiden sich in der Bearbeitung der Pflastersteine."

„Bei der ersten Klasse werden sämmtliche Steine am Kopfe und am Fusse, sowie auf allen vier Seiten gerichtet; bei der zweiten Klasse wird nur das Haupt und der Fuss und

Digitized by Google

zwei Seiten gerichtet, und bei der dritten Klasse wird nur der Kopf und der Fuss gerichtet."

„Alle Pflastersteine werden in ein Sandbett von ca. 15 cm gesetzt, in graden Reihen an einander so gestellt, dass die Stossfugen der neben einander parallel laufenden Reihen einander überdecken. Nachher wird das Pflaster gestossen und mit etwas Sand überdeckt."

„Obschon ich sehr darauf halte, die einzelnen Steine möglichst hoch, 15 — 20 cm, und möglichst lang zu erhalten, dagegen der Glätte der Pflastersteine halber mit einer Breite von 9—12 cm mich begnügen kann, so muss ich mich doch in erster Linie an das vorhandene Material halten, welches hauptsächlich für Pflasterungen erster Klasse keine Steine über 12 cm im Quadrat erlaubt. Unsere steilen Strassen und unser hartes, leicht glatt werdendes Material gestatten durchaus kein Pflaster mit breiten Steinen."

In Berlin sind Pflastersteine von folgenden Formen üblich (s. auch § 56):

a) Steine von regulärer Würfelform von 20 cm Kopflänge und 15 × 16 cm Kopflänge,
b) Steine von gewöhnlicher Würfelform von 20 cm Kopflänge und 15 × 16 cm Kopflänge,
c) Steine von regulärer Prismenform von 20 × 12 cm Kopflänge,
d) Steine von gewöhnlicher Prismenform von 20 × 12 cm Kopflänge,
e) Steine von gewöhnlicher Prismenform von 20 × 10 cm Kopflänge,
f) Reihensteine (Kopfsteine) von 20 cm Kopflänge,
g) „ „ „ 15 × 16 cm Kopflänge,
h) Reihensteine (geringerer Qualität) von 20 cm Kopflänge.

(Vergl. Anhang I.)

In Köln sind:

1) die Basaltsteine 11 — 13 cm breit, 13 — 16 cm lang, 15—17 cm hoch. (Satzfläche nicht unter $\frac{2}{3}$ der Kopffläche.)

2) die Sandsteine (Grauwacken) in Pariser Format von 20 cm Breite, 16 cm Länge und 16 cm Höhe.

In Dresden sind die Pflastersteine 20 cm hoch, 10—15 cm breit und 20 cm lang.

Digitized by Google

In London: parallelepipedische Pflastersteine von 22 cm Höhe, 7,5 cm Breite und einer Kopflänge, welche zwischen sehr weiten Grenzen schwankt.

In Bukarest: Granit- und Trachyt-Würfelsteine von 18 × 18 × 18 cm.

In Paris: Granitwürfel von 16 cm Höhe, 16 cm Länge und 10 cm Breite.

In Strassburg im Elsass: Siehe Anhang.

In Stuttgart:

1) Pflastersteine aus Liaskalksteinen bei frequenteren Strassen 20 cm Höhe;
2) Pflastersteine aus Liaskalksteinen bei weniger wichtigen Strassen 17 cm Höhe;
3) Pflastersteine aus Melaphyrsteinen vollkommen rechtwinklig bearbeitet, von überall gleicher Grösse, 15 cm Höhe, 15 cm Länge und 10 cm Breite.
4) Granitsteine: 16—17 cm hoch und 17 cm breit, Länge schwankend.

In Triest: Breite der Pflastersteine 30 cm.

In New-York: Belgisches Pflaster: Granitblöcke von 10 cm Breite, 30 cm Länge und 22,5 cm Höhe.

Endlich in Warschau: Regelmässige Würfel von 20 × 20 × 20 cm.

Allgemein kann man annehmen, dass der Quadratmeter Reihenpflasterung mit diesen Pflastersteinen 0,16—0,21 cbm, im Durchschnitt also 0,19 cbm Steinmaterial beansprucht.

Die einzelnen Pflastersteine müssen nicht nur eine möglichst ebene Kopffläche, sondern auch möglichst ebene Seitenflächen haben, damit ein dichter Fugenschluss erzielt werden kann und die Steine auf die Unterbettung einen gleichmässigen Druck ausüben. Sind Pflastersteine mit schiefriger Textur zum Strassenbau zu verwenden, was allerdings nicht sehr vortheilhaft ist, so müssen diese Steine so gestellt werden, dass die Schichtungsflächen parallel der Erdoberfläche laufen. Fig. 108. Die Anordnung, Fig. 109, wo also

Digitized by Google

diese Schichtungsflächen normal zur Strassenoberfläche stehen, ist zu verwerfen!

Die Pflastersteine müssen, falls sie nicht alle gleiche Dimensionen besitzen, sortirt werden, damit stets Steine von

Fig. 108.

Fig. 109.

gleicher Grösse nebeneinander zu stehen kommen.*) Man hat aber auch bei dem Setzen der Pflastersteine dafür zu sorgen, dass kein erheblicher Unterschied in der Breite zusammenstehender Reihen vorhanden ist, damit man eine gleiche Tragfähigkeit der einzelnen Pflastersteine und einzelnen Querreihen erreicht und locale Senkungen im Pflaster vermeidet. Vielfacher Wechsel in der Reihenbreite schadet unbedingt der Haltbarkeit des Pflasters und der Sicherheit des Verkehres! —

§ 55. Der Bau des Reihenpflasters.

(Vergl. Anhang IV.)

Da wir im nächsten Paragraphen eine sehr ausführliche Beschreibung der Ausführung eines sehr beliebten Reihenpflasters geben werden, so wollen wir hier nur kurz die hauptsächlichsten Regeln für den Bau eines solchen Pflasters folgen lassen. —

Nachdem die Unterbettung hergestellt ist, werden die Pflastersteine zwischen sogenannten Punktsteinen nach Augenmaass und unter Zuhilfenahme kleiner Richtscheite dicht neben einander gesetzt.

Jeder Stein muss mit dem Pflasterhammer nach allen Richtungen dicht neben den andren getrieben, fest unterstopft und in den Stossfugen gehörig mit Sand gespeist werden. Das Pflaster wird 4—6 cm höher gesetzt, als die demnächstige Höhe betragen soll, je nachdem die Bettung bereits mehr oder minder

*) Die Sortirung der Steine muss nach Unterschieden von höchstens 1,5 cm erfolgen. Bei der Vertheilung des Materiales ist darauf zu halten, dass übereinstimmende Breiten in möglichst grossen Streifen (Längen) erzielt werden. (Deutsches Bauhandbuch. 1877. S. 192.)

Digitized by Google

comprimirt ist. Hierauf wird jeder Stein einzeln mit kleinen Rammen von etwa 10—15 cm Durchmesser festgerammt und dadurch eine egale und ebene Oberfläche zumeist erzielt. Nicht so zweckmässig ist es, wenn man grössere Rammen von 60 bis 120 kg Schwere, die von zwei, vier oder sogar acht Arbeitern auf- und niederbewegt werden, verwendet, weil diese Rammen weniger in der Gewalt der Arbeiter sich befinden.

In neuerer Zeit benutzt man zur Compression der Pflastersteine vielfach und mit Erfolg die Walze, die in jeder Beziehung der Ramme vorzuziehen sein soll. Wir werden über das Walzen der Pflasterbahnen im § 74 das Nöthige sagen und wollen deshalb hier nur auf dieses Dichtungsverfahren aufmerksam gemacht haben.

Vor dem Rammen ist das neue Pflaster ordentlich mit Wasser zu begiessen, nachdem es möglichst rein gefegt worden. Das Nachrammen geschieht fast ausschliesslich mit leichter Handramme aus hartem Holze und mit eisenbeschlagener Unterfläche.

Nach Beendigung der Ramm- resp. Walzarbeit wird das Pflaster genau untersucht, ob überall guter Fugenschluss und auch guter Verband vorhanden ist; namentlich wird nachgesehen, ob durch das Rammen einzelne Pflastersteine zersprengt worden sind oder sich erheblich gesenkt haben. Die zersprengten Steine werden durch neue ersetzt, und die gesenkten Pflastersteine herausgehoben und in die richtige Lage gebracht.

Schliesslich wird das fertige Pflaster mit einer Lage groben Sandes oder Kieses von 2—2,5 cm Dicke überdeckt, weil diese Decke alle Fugen und Vertiefungen ausfüllt, die Benutzung angenehmer macht und auf das Pflaster gleichzeitig schützend und erhaltend wirkt.

Hierauf kann die fertige Strassenbahn dem Verkehre übergeben werden.

§ 56. Instruction für Pflasterung mit Granit-Würfelsteinen in Berlin.*)

Die Herstellung eines guten Reihenpflasters der Reichshauptstadt Berlin findet sich in nachstehender Instruction

*) In allerneuester Zeit hat man in Berlin ein Würfelpflaster hergestellt, dessen Steine 625 qcm Kopffläche (jede Seite 25 cm Länge) haben.

Digitized by Google

beschrieben, welche der Herr Stadtbauinspector Siebeneicher (von der fünften Stadtbau-Inspection Berlins) dem Verfasser zuzusenden die Güte hatte. Wir veröffentlichen diese Instruction um so lieber, als sich in derselben auch eine ganz genaue Beschreibung des Ausfugens des Pflasters, von dem wir im Vorhergehenden nur vorübergehend gesprochen haben, vorfindet. —

In der Instruction heisst es wörtlich:

Instruction
für
Pflasterung mit Granit-Würfelsteinen.

Die Steine, welche zu dem Würfelsteinpflaster verwendet werden, sind annähernd reguläre Würfel von 18—20 cm Kanten, eine Anzahl, etwa der zwanzigste bis fünfzehnte Stein, sind Binder mit $1^1/_2$facher, also ca. 30 cm Länge bei gleicher Höhe und Breite mit den Würfeln.

Da die Solidität, sowie die äussere Form und Schönheit des Pflasters in hohem Grade davon abhängig ist, dass an den Steinen keine Kanten und Ecken abgestossen oder beschädigt sind, so ist bei der ganzen Handhabung derselben, besonders bei dem Transport und dem Verladen die grösste Sorgfalt und Vorsicht zu beobachten.

Die Herstellung des Pflasters zerfällt nach der Arbeit selbst sowie nach dem ganzen Wesen derselben in zwei Haupttheile:

1. in die Herstellung der Unterlage,
2. in die Arbeit des eigentlichen Pflasterns selbst.

1) die Herstellung der Unterlage.

1. Stein-Unterbettung. Den Bedingungen für die Ausführung eines guten Pflasters überhaupt entsprechend, sowie mit besonderer Rücksicht darauf, dass der Würfelstein mit seiner breiten Grundfläche nicht durch Rammen in den Unterbettungskies festgetrieben werden kann, ist es un-

Diese grossen Steine, welche in Mörtel versetzt sind, sind aber sehr verwerflich, da die Pferde keinen sicheren Halt haben und sehr leicht ausgleiten. Verfasser hat selbst gesehen, wie sehr sich häufig die Thiere abquälen müssen, um vorwärts zu kommen, und ist deshalb der Meinung, dass man aus Menschlichkeitsrücksichten allzugrosse Steine nicht zur Verwendung kommen lassen soll.

Digitized by Google

bedingt nothwendig, dass die Unterbettung des Würfelpflasters einmal in durchaus fester und solider Weise und andererseits von vorn herein genau demjenigen Profil entsprechend hergestellt wird, welches die Oberfläche des Pflasters erhalten soll.

Die ganze Unterbettung wird in fertigem Zustande 22 cm stark gemacht, so dass also das Planum des Strassen-Erdkörpers 42 cm unter der Krone des zukünftigen Pflasters zu liegen hat.

Betreffs des Quergefälles der Strasse — Wölbung des Pflasters — ist zu constatiren, dass bei Strassen von gewöhnlicher Breite ein Seitengefälle von ca. 1 : 40 das zweckmässigste sein dürfte, da dasselbe für die Benutzung noch genügend bequem ist, und andererseits eine gewünschte Spannung in dem Pflastergewölbe hervorbringt.

Die Tiefenlage an dem Rinnstein ist so anzuordnen, dass die Bordschwellen des Bürgersteigs 12—10 cm — nicht mehr als eine gute Trittstufe — über dem Pflaster im Rinnstein liegt.

Die Unterlage wird hergestellt:

a) aus einer ca. 10 cm starken Packlage,

b) aus einer ca. 8 cm starken Schüttlage,

c) aus einer ca. 8 cm starken Kiesbettung.

Die Packlage wird auf das nach dem zukünftigen Strassenprofile genau abgeglichene und, wenn dasselbe nicht in gewachsenem oder festgelagertem Boden, sondern durch Aufschüttung gewonnen ist, durch Stampfen oder Walzen nach Möglichkeit befestigte Planum aus geschlagenen Steinen, welche möglichst der ganzen Stärke der Packlage entsprechen, regelrecht — die flachen Seiten nach unten und dicht schliessend — aufgebaut, hierüber in gleichmässiger Lage die aus 2—3 cm starken Steinschlag bestehende Schüttung gebracht und alsdann dieser Unterbau gehörig abgewalzt. Auf diesen abgewalzten und im Ganzen noch ca. 14—15 cm starken Steinbau wird alsdann die Kiesbettung aufgebracht, welche das unmittelbare Unterlager für die Pflastersteine bildet.

Der Kies soll einmal ein möglichst festes Unterlager, gleichzeitig aber auch ein elastisches Mittel zwischen dem festgewalzten Unterbau und dem Pflastersteine bilden, und ist daher dessen guter Beschaffenheit die grösste Wichtigkeit beizulegen. Der Kies muss durchaus frei von erdigen und verwitterbaren Bestandtheilen — *also möglichst reiner schwerer Quarzkies* — frei von verwitterbarem Geschiebe, durchweg grobkörnig und

Digitized by Google

wenig mit feinem Sande vermischt, jedoch auch frei von dicken Steinen sein. Kleinere Steine von 10—20 mm Stärke in reichlicher Beimischung erhöhen die Güte des Kieses.

Der aufgebrachte Kies wird mittelst eines Rechens auseinandergezogen und hierbei die etwa noch gebliebenen Unebenheiten der Steinunterlage ausgeglichen, sowie überhaupt die genaue Höhe der ganzen Unterbettung profilmässig hergestellt; die dabei an der Oberfläche der Kiesdecke hervorgezogenen dickeren Steine werden an einer anderen Stelle unten in die Kieslage gebracht.

2. Die Betonbettung wird hergestellt:

a) aus einer 20 cm starken Betonlage,

b) aus einer 2 bis höchstens 3 cm starken Kieslage.

Der Beton wird aus einer Mischung von Cement mit Kies hergestellt und gilt für das Mischungsverhältniss die Norm, dass auf 1 cbm Kies

1 Tonne Cement von 180 kg Bruttogewicht resp. 170 kg Nettogewicht verwendet wird.*)

Der zu dem Beton zu verwendende Kies muss möglichst grobkörnig, steinig und frei von allen erdigen Bestandtheilen sein, durchweg aus harten, gesunden, möglichst quarzigen und nicht verwitterbaren Theilen bestehen. Der Cement muss durchweg gut und gleichmässig sein.

Der Beton muss auf der Baustelle selbst, auf besonders zugerichteten hölzernen Schüttböden in vorsichtiger und gleichmässiger Weise zubereitet werden; es ist dabei hauptsächlich darauf Bedacht zu nehmen, dass mit dem Kies nicht Erde vom Untergrund oder andre schädliche Materialien auf den Schüttboden aufgebracht und dass Kies und Cement zuerst trocken und dann unter Zusatz von Wasser gründlich durchgearbeitet werden. Bei dem Aufbringen des Betons auf das Planum werden zuerst einzelne Lehrstreifen durch Abwiegen mit der Setzlatte und Auflegen der Schablonen genau in der beabsichtigten Höhenlage hergerichtet, sodann der Beton in die Zwischenräume eingebracht, durch Schlagen und Stampfen gehörig gedichtet und genau nach der Schablone dem zukünftigen Strassenprofile entsprechend abgeglichen.

---

*) Siehe Abschnitt VI: Ministerielle Vorschriften über die Lieferung des Cementes.

Digitized by Google

Der Beton muss je nach der Witterung und Temperatur bis zur vollständigen Erhärtung, wenn möglich, 6—8 Tage liegen, bevor der Kies aufgebracht werden darf. Der Kies, von dem im Uebrigen hier dasselbe gilt, wie bei der Steinunterbettung, wird nach Erhärtung des Betons 2 bis höchstens 3 cm hoch aufgebracht, so dass die Gesammt-Unterbettung 22—23 cm stark wird. —

2) die Arbeit des eigentlichen Pflasterns.

Das Pflaster kann bezüglich seiner äusseren Form in verschiedener Weise hergestellt werden und zwar:

a) mit nur diagonalen Längenfugen, nach allen Richtungen, ohne Bund,
b) mit auf die Strassenrichtung senkrecht laufenden Längenfugen und bindenden Stossfugen und
c) mit diagonalen Längen- und bindenden Stossfugen.

Die erste Anlage empfiehlt sich nicht für Strassen und wird mehr oder minder nur bei selten befahrenen Objecten, wie bei Vestibuls, Höfen etc. angewendet;

Die zweite Art zu pflastern wird in der Regel nur bei starken Steigungen etwa von 1:25 angewendet. (? — der Verf.)

Die eigentliche und übliche Form für Strassenpflasterungen ist diejenige mit diagonalen Längen- und bindenden Stossfugen, da diese die dauerhafteste und zugleich zweckmässigste (? — der Verf.) ist.

Die Tragfähigkeit sowie die Festigkeit des einzelnen Steines ist offenbar an den Ecken und Kanten die geringste, und muss es daher für zweckmässig und vortheilhaft erachtet werden, dass der Angriff der die Abnutzung der Kanten und Ecken verursachenden Elemente — hauptsächlich die Räder der Fuhrwerke, möglichst von diesen abgehalten wird; dieses geschieht aber gerade am besten durch die diagonale Verwendung der Steine, indem hierbei den angreifenden Wagenrädern keine Fuge, weder Längs- noch Stossfuge, also auch keine Kante geboten wird.

Andererseits aber ist die diagonale Lage der Pflastersteine

Digitized by Google

auch für die Pferde die günstigste und bequemste, weil bei derselben den Hufen die meisten Stützpunkte geboten werden.

Die Handarbeit des Pflasterers wird nun in folgender Weise vorgenommen, und mag zunächst die Diagonalpflasterung einer regulären 15 m breiten Fahrstrasse behandelt werden.

Auf der in vorgeschriebener Weise hergestellten Bettung wird zur Anlage der Diagonalpflasterung zunächst die Mittellinie markirt, in welcher sich die beiden Längenfugen der von beiden Seiten her correspondirenden Steinreihen schneiden (siehe

Fig. 110.

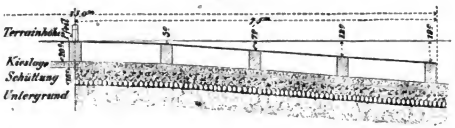
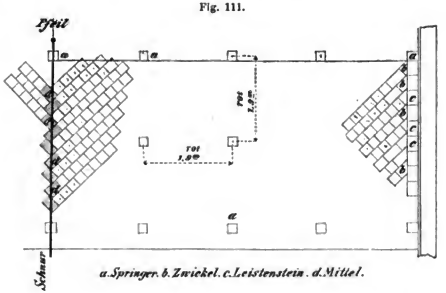


Fig. 110). Der Pflasterer schlägt nun im Mittel den sogenannten Pfeil (Fig. 111) in den Boden und befestigt an demselben eine

Fig. 111.



starke Schnur. In einer Entfernung von ca. 30—40 m setzt er abermals im Mittel einen Pfeil und spannt nun an beiden die Schnur straff. Gleichzeitig setzt er unter beiden Enden der Schnur zwei Steine genau in das Niveau des zukünftigen Strassenmittels, auf welchen die straffgezogene Schnur völlig aufliegt; alsdann visirt er mittelst des sogenannten Visirkreuzes in Entfernungen von ca. 2 m — im Mittel — fortlaufend Steine für die Höhe ein. Da nun die straff angezogene Schnur auf allen

Digitized by Google

diesen Steinen aufliegen muss, so dient dieselbe sowohl für die Richtung des Mittels als auch für dessen Höhe.

In weiterer Fortsetzung wird durch eingerichtete Lehrsteine die Wölbung der Pflasterkrone festgelegt. Bei dem vorhin angegebenen Seitengefälle von 1 : 40 beträgt für eine Strasse von 15 m Breite das ganze Gefälle ca. 19 cm.

Um dieses Seitengefälle in gehöriger Wölbung zu vermitteln, setzt der Pflasterer in Entfernungen von $1^1/_2$ — 2 m Steine zu beiden Enden der Schnur und zwar senkrecht auf die Mittellinie, jedoch in der Weise, dass er mit Rücksicht auf die Wölbung jeden folgenden Stein um ein entsprechendes Maass tiefer setzt. Angenommen, er hätte vom Mittel aus bis in den Rinnstein vier Steine senkrecht auf die Mittellinie und in gleichen Abständen unter einander gesetzt, so würden diese Steine betreffs der Höhe so zu setzen sein, dass vom Mittel auf den ersten ca. 3 cm, von diesem auf den zweiten etwa 4 cm, auf den dritten 5 cm und auf den letzten — den Bordstein — ca. 7 cm Gefälle gegeben wird. Ganz dasselbe führt er nun am anderen Ende der Schnur aus und visirt sich mit den Kreuzen senkrecht zu dem Mittel die entsprechenden Steine für die Wölbung ein. Auf diese Weise wird die ganze Fläche auf die 30—40 m Länge und 7,5 m Breite in ziemlich gleiche Quadrate eingetheilt und die Höhenlage des zukünftigen Pflasters in den einzelnen Stellen festgelegt.

Diese so gesetzten Steine — „Springer" genannt (in Fig. 111 mit *a* bezeichnet) — dienen nur als Markirsteine für die Höhenlage und Gleichförmigkeit des Pflasters und werden mit dem vorschreitenden Pflaster wieder fortgenommen.

Hierauf nun wird mit dem Legen des Mittelsteins, welcher mit Rücksicht auf die bindenden Stossfugen die $1^1/_2$fache Länge des Würfels hat — und zwar unter einem Winkel von 45° (Fig. 111 mit *d* bezeichnet) vorgegangen.

Darnach wird die äussere Bordschicht (*ccc* Fig. 111) längs des Bürgersteiges, die Rinnsteinschicht, verlegt, auf welche die einzelnen Diagonalschichten in ihrer Schräge aufstossen. Das weitere Setzen der Steine, bei welchem der Pflasterer kniet, wird von demselben in folgender Weise ausgeführt: Jeden Stein, ob Mittel-, Bordstein oder zwischenliegenden, übersetzt, d. h. überhöht er zunächst durch mit dem Hammer untergeschobenen Kies über die Springer um 3—5 oder noch mehr Centimeter und

Digitized by Google

schlägt nun mit dem „Schlägel“ so lange auf den Stein, bis derselbe nicht nur fest sitzt, sondern auch in der vollkommen richtigen Höhe sich befindet. Ist der Stein durch die Bearbeitung mit dem Schlägel unter das richtige Niveau gewichen, d. h. hat er zuviel „gezogen“, so nimmt der Pflasterer ihn wieder fort, füllt ein entsprechendes Quantum Kies nach, und bearbeitet denselben aufs Neue, bis er in richtiger Höhe und vollkommen fest sitzt. Die richtige Höhe selbst constatirt er fortwährend bei seiner Arbeit durch Aufhalten einer von Springer zu Springer nach allen Richtungen reichenden Setzlatte — Doppelmeterstab. — In derselben Weise setzt er Stein für Stein in durch den Mittelstein gebundener Diagonalrichtung bis zur äusseren Bordsteinreihe. Die Diagonalschichten werden gegen die Bordsteinschicht durch Zwickel (*bb* Fig. 111) geschlossen, welche sich der Pflasterer mit dem „Richtschlägel“ aus Würfeln schlägt und bearbeitet.

Vor Versetzung eines Steines hat der Pflasterer denselben jedesmal stets mit besonderer Umsicht und Vorsicht auszuwählen, damit nicht etwa zu breite oder zu schmale Steine in derselben Schicht verwendet werden; dieselbe Vorsicht auch hat er bezüglich der Wahl der geeignetsten Lagerfläche bei jedem einzelnen Steine zu beobachten, und muss besonders constatirt werden, dass gerade in einer derartigen vorsichtigen und umsichtigen Behandlung der Steine die mehr oder minder grosse Tüchtigkeit des Pflasterers zu erkennen und dass von ihr auch die Schönheit und Solidität des Pflasters selbst im höchsten Maasse abhängig ist. Besonders auch hat der Pflasterer darauf zu achten, dass die Stossfugen in den benachbarten Schichten sich gehörig decken und werden zu diesem Zwecke, besonders gegen die Bordschicht hin, vielfach Binder verwendet, durchschnittlich in jeder Reihe mindestens einer oder zwei.

Nach dem Versetzen der Steine erfolgt das Verfüllen der Fugen und gleichzeitig hierbei, soweit solches erforderlich ist, das Nachrichten der einzelnen Steine nach Höhe und nach Lage in den einzelnen Reihen.

Das Ausfugen des Pflasters selbst kann auf zwei von einander verschiedene Weisen geschehen und zwar:

1. nur mit Kies,
2. mit hydraulischem Mörtel.

Das Ausfugen mit Kies geschieht in folgender Weise:

Digitized by Google

Hat der Pflasterer in der vorbeschriebenen Weise einen bestimmten Theil seiner Arbeit beendet, so überzieht er mittelst einer Krücke die gesammte fertige Arbeit mit fein gesiebtem, jedoch körnigem Kies und vollführt mit dem Ausstopfmesser das Verfüllen der Fugen, d. h. er fährt mit demselben in die Fugen, rüttelt damit die einzelnen Steine und bewirkt durch das Erschüttern ein vollständigeres Eindringen des aufgezogenen Sandes in die Fugen. Falls sich während oder nach dem Versetzen einzelne Steine in ihrer Lage etwas verschoben haben, also einzelne Fugen etwa zu gross geworden sind, so werden bei vorstehender Handhabung mit dem Ausstopfmesser diese verschobenen Steine wieder in ihre richtige Lage gebracht und die einzelnen Schichten, wo solches nöthig, noch wieder sauber nachgerichtet.

Schliesslich wird die gesammte Arbeit mit der Handramme überstossen, einestheils um etwaige Unebenheiten noch auszugleichen und andererseits um das vollständige Eindringen des Sandes in die Fugen durch die abermalige Erschütterung zu bewerkstelligen. Hierauf wird die ganze Pflasterfläche noch einmal mit einer ca. 1 cm hohen Sandschicht überzogen und ist hierauf nun die ganze Arbeit eigentlich als beendet zu betrachten, und die Strasse dem Verkehre zu übergeben.

Es empfiehlt sich jedoch für die Solidität der Arbeit, nach einem etwaigen Regen oder nach mehrmaligem reichlichen Uebergiessen mit Wasser, dieselbe noch nachträglich mehrere Male mit etwas Sand zu überziehen, bis angenommen werden kann, dass die Fugen vollkommen und fest ausgefüllt sind.

Die andere Art des Ausfugens mit hydraulischem Mörtel geschieht am zweckmässigsten in folgender Weise:

Das Pflaster wird zunächst mit reichlichem Wasser benässt, wodurch auch besonders der Unterbettungskies entsprechend angefeuchtet wird, darauf wird ganz dünnflüssiger, reiner hydraulischer Kalk in vollen Gefässen auf das Pflaster gegossen, welcher gänzlich in den Unterbettungskies eindringt und wobei die Fugen zwischen den Pflastersteinen selbst noch vollständig offen und frei bleiben.

Sehr bald hierauf werden dann die Fugen mit breiartigem, — weichem — aber nicht fliessendem — Kalk, oder besser — Cementmörtel — aus etwa gleichen Theilen Cement und grobkörnigem Sand

Digitized by Google

— durch Aufgiessen mittelst Hohlschaufeln und durch Nachfegen mit Besen ausgefüllt und gleich darauf, ehe noch der Kalk oder Cementmörtel gebunden hat, das leichte Abrammen der Arbeit und das etwaige Nachrichten einzelner Steine mit dem Ausstopfmesser in derselben Weise, wie bei dem Ausfugen nur mit Kies vorgenommen. Nachträglich, wenn der Mörtel schon hart geworden, wird die Arbeit zunächst noch einmal mit etwas dünnflüssigem Cement übergossen, wodurch die etwa noch gebliebenen Lücken in den Fugen sich füllen, und endlich wird das ganze Pflaster noch mit einer dünnen Lage feinem gesiebten Kies überzogen, welcher sich später bei dem Befahren der Strasse noch in die oberen Fugen hineinzwängt.

Selbstverständlich ist es nothwendig, dass das mit Kalkmörtel ausgefugte Pflaster mehrere Tage bis zum vollständigen Erhärten des Mörtels unbefahren liegt. Betreffs des hierzu zu verwendenden Kalkes und Cementes ist zu bemerken, dass derselbe die Eigenschaft besitzen muss, dass der Mörtel, ohne sehr rasch abzubinden, nachträglich sehr hart und fest wird.*)

Es darf wohl keiner Frage unterliegen — obwohl hierorts noch keine bestimmten Erfahrungen darüber gewonnen sind — dass das Ausfugen des Würfelpflasters mit hydraulischem Kalk und Cementmörtel in vorbeschriebener Weise ganz erhebliche Vorzüge vor dem Ausfugen mit Kies hat und dass dasselbe bedeutend zur Solidität und Dauerhaftigkeit des Pflasters beitragen wird. Als besonders wichtige Momente dürften hierfür folgende beiden besonders anzuführen sein:

Bei dem mit Kies ausgefugten Pflaster, wo die einzelnen Steine keine enge Verbindung unter einander gewinnen, hat jeder einzelne Stein für sich allein die ganze Wirkung der auf die einzelnen Stellen des Pflasters ausgeübten Angriffskräfte auszuhalten, ohne dass er von den übrigen (benachbarten) Steinen wesentlich unterstützt wird. Die Angriffskräfte selbst aber — Wagenräder und Pferdehufe — wirken dabei in verschiedener Richtung, erstere in mehr verticaler, letztere in mehr horizontaler, — auf Umkippen — und erzeugen dadurch immerhin mehr

*) Siehe Abschnitt VI, Ministerielle Vorschriften über die Lieferung des Cementes.

Digitized by Google

oder weniger ein Losruckeln und ein Bewegen des einzelnen Steines aus seiner ursprünglichen richtigen Lage.

Bei dem Pflaster mit ausgegossenen Fugen dagegen stehen die einzelnen Steine in fester Verbindung unter einander, und wirkt daher das ganze Pflaster als feste grosse Fläche, als geschlossenes Gewölbe.

Als zweites wichtiges Moment in der Verschiedenheit der beiden Ausfugungsarten ist aufzuführen, dass bei den mit Kies ausgefüllten Fugen die auf der Oberfläche des Pflasters sich sammelnde Flüssigkeit zum grossen Theile durch die Fugen selbst in die Unterbettung hineindringt, den Unterbettungskies nach und nach mit Schlamm und Schmutz vermischt und somit auch die einzelnen Pflastersteine in ihrer Lage unsicher und locker macht, während bei den mit festem Mörtel ausgefüllten Fugen dieselben dicht geschlossen sind und die Feuchtigkeit nicht eindringen lassen, also die Unterbettung stets trocken, rein und fest bleibt.

Es muss noch erwähnt werden, dass die Kosten des Ausfugens mit hydraulischem Mörtel den dadurch zu erreichenden günstigen Resultaten gegenüber nur als sehr gering bezeichnet werden können. — —

Während in Vorstehendem die Pflasterung einer regelmässigen current laufenden Strasse behandelt ist, machen sich für Strassenkreuzungen, unregelmässige Strassen, sowie für Platzanlagen und dergleichen noch besondere Anordnungen nöthig, welche für die Solidität des Pflasters, sowie für die schöne Form desselben maassgebend sind.

Ist z. B. bei zwei sich kreuzenden Strassen die eine derselben nur als Hauptstrasse resp. als mehr befahrene anzusehen, so wird man dieselbe nach Art der in Fig. 112 ersichtlichen Weise, nämlich mit durchlaufendem Mittel und mit Abschlussgurten gegen die Nebenstrasse pflastern. Sind beides gleichbefahrene Strassen, so wird eine Pflasterung nach der Fig. 113 angewendet, wobei darauf Rücksicht genommen ist, dass dem Rade in der von dem Fuhrwerke befahrenen Richtung keine Fuge geboten wird. Bei plötzlichen Strassenerweiterungen, wie in der Fig. 114 angedeutet, wird ein allmäliges Verschieben des Mittels angeordnet.

Bei Auspflasterung von unregelmässigen

Digitized by Google

Plätzen ist hauptsächlich auf die Richtung des grössten Verkehrs Rücksicht zu nehmen, einmal um nach dieser Haupt-

Fig. 112.

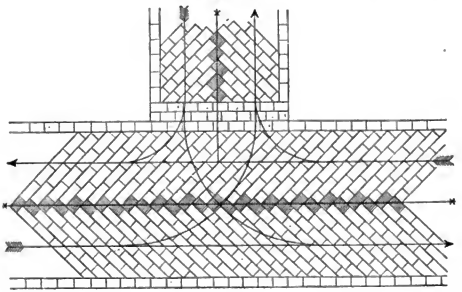
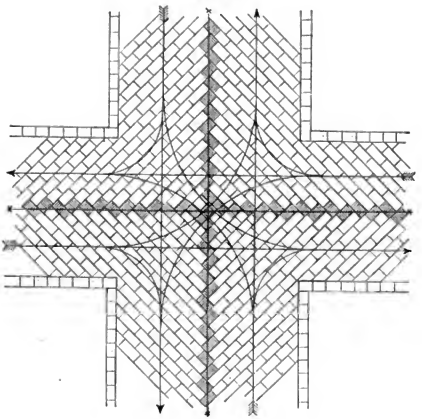


Fig. 113.



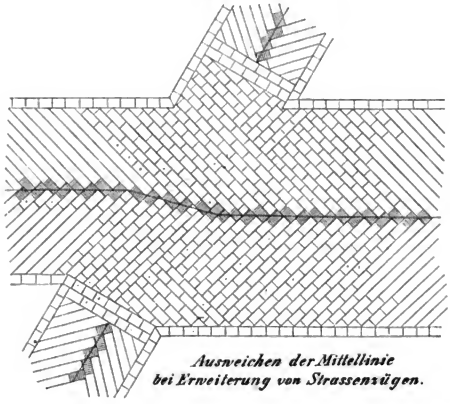
verkehrsrichtung die Längenfugen und ferner um die Anlage von Zwickeln in der Mitte des Strassenkörpers zu vermeiden.

Fig. 115 giebt ein Bild für eine derartige Anlage.

Digitized by Google

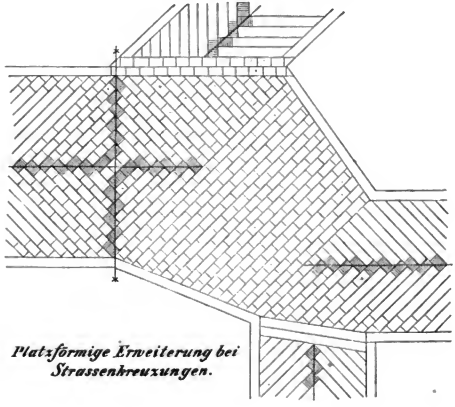
Schliesslich mag noch bemerkt werden, dass wohl anzunehmen ist, dass ein solches gut ausgeführtes Granitwürfel-

Fig. 114.



Ausweichen der Mittellinie bei Erweiterung von Strassenzügen.

Fig. 115.



Platzförmige Erweiterung bei Strassenkreuzungen.

Digitized by Google

pflaster, selbst in den verkehrsreichsten Strassen, gegen 10—15 Jahre ohne irgend erhebliche Unterhaltung und Reparatur wird liegen können, dass alsdann durch Aufnehmen und Umdrehen der Steine auf eine andere Seite und mit geringer Regulirung der Unterbettung wieder ein gutes Pflaster von nochmal gleicher Beschaffenheit und Dauer hergestellt werden kann und dass dann weiter nach Ablauf dieser Zeit aus demselben Pflaster noch wieder brauchbares Material für eine andere nicht so viel befahrene Strasse gewonnen werden kann.

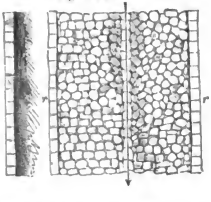
Ein solches Würfelpflaster dürfte somit nicht nur das solideste, sondern gleichzeitig auch das verhältnissmässig billigste genannt werden können!

2. Das Reihenschiebepflaster, das gewöhnliche Schiebepflaster und das Rippenpflaster.

§ 57. Das Reihenschiebepflaster und das gewöhnliche Schiebepflaster.

Wo es an Mitteln fehlt — also fast stets in kleineren Städten — wird man ein Reihenpflaster, also ein Pflaster aus vollkommen regelmässig geformten Pflastersteinen nicht herstellen können. Man baut dann ein Pflaster aus unregelmässig geformten Pflastersteinen, das sich dem Reihenpflaster möglichst nähern soll, aber die Abweichung zeigt, dass die einzelnen Reihen nicht durchgehen, sondern theilweise in einandergreifen. Dieses so gewonnene Pflaster (Fig. 116a) nennt man das Reihenschiebepflaster. Es kommt in unseren Städten sehr oft vor und hat sich bei guter Ausführung auch ganz gut bewährt. Es besteht aus zerschlagenen Geschiebestücken oder aus Bruchsteinen, welche grade so vom Pflasterer in den Unterbettungskies getrieben werden wie die regulären Würfelsteine.

Fig. 116a. b.



Digitized by Google

Noch häufiger als dieses Reihenschiebepflaster ist aber das gewöhnliche Schiebepflaster, das man herstellen muss, wenn die zur Verfügung stehenden Pflastersteine an Form und Grösse noch mehr unter einander abweichen. Dieses Schiebepflaster (auch Mosaik- oder Rohpflaster genannt) wird so ausgeführt, dass die Pflastersteine, deren Kopffläche nicht mehr als etwa 275 qcm und in keiner Richtung mehr als etwa 25 cm und weniger als etwa 5,0 cm zweckmässig messen sollen, mit ihren ebensten Flächen nach oben zu liegen kommen, so dass also diese ebensten Flächen die Kopfflächen der Steine bilden. Die Schwerlinie muss stets vertical stehen und die einzelnen Steine müssen möglichst dicht schliessen und dürfen sich an der Oberfläche nicht in sehr scharfen Kanten in den Stossfugen berühren. (Fig. 116 b.)

Ist die Strassenbahn nicht sehr breit, so ist es allgemein üblich, die besseren zur Verfügung stehenden Pflastersteine in die Gegend der Strasse zu setzen, wo das Pflaster namentlich den Stössen der Fuhrwerke (der Räder) und zumeist auch der Pferdehufe ausgesetzt ist. Man wird also die kleineren Pflastersteine bei schmalen Strassen gewöhnlich in die Mitte setzen, rechts und links von ihnen (etwa einen Meter breit) die besseren Steine und von diesen nach den Trottoiren zu wieder die kleineren Steine verwenden. Zu den Borden sind stets die grössten der vorhandenen Pflastersteine auszusuchen.

Auch bei dem Schiebepflaster wird man stets danach zu trachten haben, dass die einzelnen Steine von den benachbarten Pflastersteinen in Form und Grösse möglichst wenig abweichen, und also vor Beginn des eigentlichen Pflasterns ein Sortiren der Pflastersteine vornehmen. Das Pflastern erfolgt selbstverständlich wie bei den Reihenpflasterungen. Man braucht zu 1 qm Pflasterung 0,15—0,17 cbm Steinmaterial.

Bei genauer Beobachtung dieser Regeln und mit etwas Nachhülfe kann auf diese Weise ein ganz brauchbares Pflaster hergestellt werden.

Zu bemerken ist noch, dass ein rauhes Pflaster (aus Findlingen oder Bruchsteinen) eine Rohmaterialienmenge von 1,1—1,3 derjenigen des fertigen Pflasters erfordert. Bei den besseren und vorzüglichsten Pflasterarten kann der Mehrverbrauch von 0,25 bis auf etwa 2,0 steigen.

Digitized by Google

§ 58. 3) Combinirtes Reihen- und Schiebepflaster.

In grösseren Städten, aber auch vorzugsweise in kleineren Städten, werden Strassen mit sehr lebhaftem Verkehre mit einem Pflaster versehen, welches eine Combination des Reihenpflasters mit dem gewöhnlichen Schiebepflaster ist.

Der Theil der Strasse nämlich, auf welchem der Wagenverkehr vornehmlich herrscht, d. h. also der mittlere Theil der Strassenbreite wird mit einer Reihenpflasterung versehen, während der Theil links und der Theil rechts von dieser bis zu den Gossen aus einem Schiebepflaster besteht. Die Gossen selbst müssen dann wieder zweckmässig durch regelmässige Würfelsteine gebildet sein.

Dieses combinirte Reihen- und Schiebepflaster ist sehr empfehlenswerth und sollte, falls die Mittel ausreichen, stets den Pflasterungssystemen des vorigen Paragraphens vorgezogen werden.

Ein solches Pflaster zeigt beispielsweise das Normalprofil der Strassen in Stettin (§ 7). In der Mitte der Strassenbreite und zwar auf 6 m Breite ist ein prismatisches Pflaster aus Granit mit einer Wölbung gelegt, an das sich links und rechts ein Pflaster von geschlagenen Granitsteinen je einen Meter breit anschliesst. Hierauf folgt wiederum ein Pflaster aus prismatischen Granitsteinen, das ebenfalls einen Meter Breite besitzt und die Gossen bildet. Die Einfassung dieses letzteren Pflasters geschieht mit Granitbordschwellen, welche 0,16 m breit und 0,40 m hoch sind.*) (S. Fig. 96 a.)

§ 59. 4) Das Rippenpflaster.

Bis vor Kurzem stellte man das Schiebepflaster als Rippenpflaster her, bei welchem in Abständen von 0,3 bis 1,0 m von

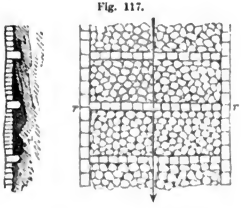
*) Eine andere Combination zeigte früher die Wilhelmsstrasse in Berlin. Hier liefen zwei Wagenspuren aus grossen (etwa 40 cm breiten und 60 cm langen) Steinplatten links und rechts von der Strassenmitte normal zur Strassenbreite, deren Zwischenräume theils mit Reihenpflasterungen, theils aber auch nur mit Schiebepflasterungen versehen sind.

Combinationen von verschiedenen Pflasterungsmethoden sind übrigens ausführlich im neunten Abschnitte von uns erörtert.

Digitized by Google

Mitte zu Mitte Querrippen fest eingesetzt und dann zwischen diesen ein Pflaster aus kleineren Pflastersteinen (Schiebepflaster) mit geringer Wölbung hergestellt wird (Fig. 117). Diese letzteren Steine nennt man die Banksteine.

Fig. 117.



Die Rippensteine müssen gut unterstopft und mit dem Pflasterhammer so eingeschlagen werden, dass sie sofort die normale Höhe nach der Schablone erhalten. (Hannov. Instruction.) Diese Rippensteine sollen mit den Banksteinen gleiche Grösse haben, dürfen jedenfalls nicht erheblich grösser sein.

Nach dem Versetzen der Banksteine werden dieselben mit einer Handramme so tief in die Unterbettung eingerammt, dass ihre Kopfflächen mit den Kopfflächen der Rippensteine in eine Ebene fallen. Wird durch dieses Rammen noch keine genügende Festigkeit erreicht, so muss noch einmal gerammt werden und zwar werden dann sowol die Bank- als auch die Rippensteine mit der Handramme eingetrieben.

Man erreicht hierdurch allerdings in der Längenrichtung einen dichten und scharfen Fugenschluss, beachtet aber nicht die äusserst wichtige Regel bei diesen Pflasterungen, dass Steine von ungleicher Grösse nicht unmittelbar neben einander gesetzt werden sollen. Es zeigt sich deshalb bei diesem Rippenpflaster sehr bald, dass sich das zwischen den Rippen liegende Schiebepflaster setzt, während die Rippen fest stehen oder gehoben bleiben. Will man also Rippenpflasterungen herstellen, so müssen die Rippen dieselbe Grösse wie die Banksteine haben.

v. Kaven bemerkt hierzu:*)

„Das Rippenpflaster ist eine mangelhafte Construction, die auf der Idee beruht, dass durch einzelne Querrippen, zwischen denen der Länge der Strasse nach gewölbartig Steine gestellt werden, beim Niederrammen des Ganzen mehr Spannung entstehe. Sind, wie es eigentlich in der Idee liegt, die Rippensteine grösser als die übrigen, so ist schwer eben zu rammen, und die Steine setzen sich ungleichmässig. Sind sie

*) Wegebau. 1870. S. 240.

Digitized by Google

ebenso gross wie die übrigen, so ist dies Pflaster nur in der Herstellung von dem Schiebepflaster verschieden, im Wesentlichen dasselbe. Einige verwerfen dasselbe ganz und sind der Ansicht, dass was den Kostenpunkt anbetrifft, man die Band- oder Rippensteine zum Schiebepflaster und die Banksteine oder den Einschlag zur Herstellung von Steinschlagbahnen ebenso vortheilhaft verwenden könne.

Das Rippenpflaster ist nur in besonderen Fällen (z. B. wenn man etwa glauben sollte, dass man wegen sehr geringer Grösse der Pflastersteine eine Verstärkung gegen das Verschieben derselben herstellen müsste) und auch nur dann zulässig, wenn die verfügbaren Steine sehr verschiedene Grösse oder sehr mangelhafte Form haben, oder wenn die Steine zum Schiebepflaster sich eignen, aber das Unterbettungsmaterial sehr leicht beweglich ist (z. B. bei einer schwachen Sandbettung auf moorigem Untergrunde)." — —

Zu einem Quadratmeter Rippenpflasterung aus den gewöhnlichen Steinen sind 0,15—0,17 cbm, im Durchschnitt also etwa 0,16 cbm Steinmaterial nöthig.

§ 60. Vergleiche, Vortheile und Nachtheile der Pflasterbahnen.

Von allen den in den vorhergehenden Paragraphen besprochenen Pflasterbahnen ist das Reihenpflaster (und im Speciellen das Würfelpflaster) in jeder Beziehung das beste, weil es bei solider Ausführung vor den anderen Pflasterbahnen den grossen Vortheil grösserer Dauer, grösserer Glätte und Ebenheit, geringerer Unterhaltung besitzt. Zwar ist das Reihenpflaster in der Anlage der schweren Bearbeitung der Steine und deren Anschaffungskosten wegen bei Weitem theurer*) als die andren Pflasterbahnen, aber diesen sehr hohen Herstellungskosten stehen die sehr geringen Unterhaltungskosten gegenüber, die sehr lange Dauer des Pflasters und manch andrer Vorzug, so dass man hier und da — und in den meisten Fällen

*) Die Herstellungs- und Unterhaltungskosten dieser Pflasterbahnen findet der Leser im § 84 ausführlich angegeben.

Digitized by Google

auch mit vollstem Rechte — behauptet hat, dass das Reihenpflaster von allen Pflasterbahnen das billigste*) ist!

Die Reihenschiebepflasterung, welche nächst dem Reihenpflaster kommt, bietet eine beinahe ebenso glatte und ebene Bahn wie dieses und eine angenehmere Bahn als das gewöhnliche Schiebepflaster; auch ist seine Dauer eine grössere und die Unterhaltung eine billigere als bei letzterer Pflasterung.

Das schlechteste Pflaster ist unleugbar das Rippenpflaster, dessen Oberfläche, wie bereits oben bemerkt, gar bald selbst bei solider Ausführung uneben wird. Man wird also diese Rippenpflasterung nur ausnahmsweise oder noch besser gar nicht zur Ausführung bringen.

Bei der Verwendung der Pflasterbahnen wird man im Allgemeinen Folgendes festzuhalten haben.**) Man baut:

a) in Strassen mit sehr schwerem Verkehre (Hauptverkehrsstrassen) oder Strassen in eleganten Stadtvierteln (z. B. Prachtstrassen): das Reihenpflaster (am besten das im § 56 besprochene Würfelpflaster).

b) in Strassen mit schwerem Verkehre (Hauptstrassen in belebten Stadtvierteln):

1) das Reihenpflaster,
2) das Reihenschiebepflaster (wenn mit möglichst geringen Kosten ein dauerhaftes Pflaster hergestellt werden soll), oder
3) eine Combination von beiden (s. § 58).

c) in Strassen mit mässigem Verkehre (Nebenstrassen in belebten Stadtvierteln oder Hauptstrassen in weniger belebten Gegenden):

1) das Reihenschiebepflaster,
2) das gewöhnliche Schiebepflaster,
3) eine Combination von beiden.

d) in Strassen mit geringem Verkehre (Neben-

*) Siehe: Schlusssatz im § 56.

**) Die gesperrt gedruckten Pflasterungen werden sich in der Regel am meisten empfehlen lassen können.

Digitized by Google

strassen in wenig belebten Gegenden) gewöhnlich das Schiebepflaster.

e) in todten Strassen d. h. Strassen mit äusserst geringem Verkehr (Gassen und andere untergeordnetere städtische Wege): das Schiebepflaster in geringerer Güte.

Selbstverständlich lassen sich ganz bestimmte Regeln hierüber nicht aufstellen; die Wahl der zweckmässigsten Pflasterbahn wird sich in erster Linie nach den vorhandenen Geldmitteln, den Anschaffungskosten der nöthigen Materialien, sodann nach dem Arbeitslohn u. s. w. zu richten haben. — —

Die Vortheile der Reihenpflasterungen dürften bei solider Ausführung derselben etwa folgende sein:

1) im Verhältniss zu anderen Pflasterungsmethoden, wie beispielsweise den Steinschlag-, Asphalt- oder Cementbahnen u. s. w., ist dieses Pflaster ziemlich leicht und schnell herzustellen, aufzureissen und auszubessern;

2) beansprucht es nur geringe Unterhaltungskosten, da es mehrere Male umgelegt werden kann und

3) hat es eine sehr lange Dauer (d. h. grosse Widerstandsfähigkeit und geringe Abnutzung);

4) bietet ein Reihenpflaster zumeist eine angenehme, staubfreie, ziemlich glatte und auch ebene Bahn, so dass

5) der Transport auf ihr verhältnissmässig geringe Kosten verursacht, weil die aufzuwendende Zugkraft keine grosse ist und die Pferde also geschont werden.

Die unleugbaren Nachtheile der Reihenpflasterungen sind dagegen nur folgende:

1) das Reihenpflaster ist in der Anlage im Vergleich zu anderen Pflasterungsmethoden sehr theuer;

2) das Bearbeiten der Pflastersteine ist schwierig und zeitraubend;

3) das Pflaster verursacht beim Befahren Geräusch, welches durch die Stösse der Fuhrwerke hervorgerufen wird;

4) im Winter ist es zumeist gefährlich für die Zugthiere und Wagen, weil bei Glatteis die Pferde leicht auf der Pflasterbahn ausgleiten und stürzen, die Fuhrwerke leicht geschleudert und dadurch beschädigt werden. Diese Glätte tritt namentlich ein bei Basaltstrassen, weniger oft (aber immer noch viel zu

Digitized by Google

häufig) bei Granitstrassen.*) — Uebrigens kann dieser Nachtheil dem Reihenpflaster nicht allzusehr angerechnet werden, da die meisten Pflasterungsmethoden denselben mit ihm theilen (z. B. die Asphaltbahn).

Die Vortheile und die Nachtheile der sehr solide gebauten Reihenschiebe- und Schiebepflasterungen sind im Allgemeinen dieselben. Nur folgende Aenderungen dürften angemessen aufgeführt werden.

Die Reihenschiebe- und Schiebepflasterungen haben den Vortheil vor den Reihenpflasterungen, dass sie in der Anlage zumeist wesentlich billiger sind, die Nachtheile, dass ihre Unterhaltungskosten höher sich belaufen, weil ihre Dauer und Widerstandsfähigkeit geringer, d. h. ihre Abnutzung eine grössere ist; ferner dass sie fast immer eine weniger glatte und ebene Oberfläche zeigen, so dass auf ihnen also die Zugkraft eine grössere, mithin der Transport etwas theuerer sein wird.

Hiernach wird also die Behauptung eine richtige sein: von allen Pflasterbahnen ist das Reihenpflaster das rationellste!

B. Die Steinschlagbahnen oder Chaussirungen.

§ 61. Eintheilung der Steinschlagbahnen.

Die Steinschlagbahnen oder Chaussirungen, welche die ältesten Pflasterungen sind, indem schon die alten Culturvölker — besonders die Römer — solche Bahnen bauten, haben im Strassenbau eine sehr grosse Bedeutung; sie finden namentlich beim Baue von Chausseen und Landstrassen die grösste Verwendung, werden aber auch bei städtischen Strassenanlagen, wie wir im Folgenden noch näher sehen werden, oftmals den theuren Pflasterbahnen gern vorgezogen (namentlich in England).

Man theilt die Steinschlagbahnen allgemein ein in:

1) Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau,
2) „ „ Steinschlag-Unterbau aus ungleich grossen Gesteinsstücken,

*) Siehe: die Sturztabelle im § 102.

Digitized by Google

3) Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau aus gleich grossen Gesteinsstücken (macadamisirte Strassen),
4) „ „ Grand-Unterbau,
5) „ „ Unterbau aus Eisenschlacken, zerschlagenen Ziegelsteinen u. s. w.

(Es ist gleich hier besonders darauf aufmerksam zu machen, dass Macadamisirung und Chaussirung nicht ein und dieselbe Pflasterungsmethode bedeutet, wie sehr oft fälschlich angenommen wird.)

§ 62. Wölbung und Stärke aller Steinschlagbahnen.

Wie die in den vorhergehenden Paragraphen ausführlich besprochenen Pflasterbahnen, so erhalten auch alle Steinschlagbahnen an der Oberfläche eine Wölbung, die nach der Kreislinie ausgeführt und so gewählt wird, dass der Pfeil des Bogens $f = \frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{30}$ der Strassenbreite beträgt. Es wird auch hier die Wölbung um so stärker ausgeführt werden müssen, je weniger Längengefälle die Strassenoberfläche besitzt, damit das Tagewasser leicht und schnell abfliessen kann.

Da sich die Steinschlagbahnen fast stets bedeutend schneller abnutzen als die Pflasterbahnen, so ist es empfehlenswerth und auch allgemein üblich, die Steinschlagbahnen in der Mitte stärker zu bauen als an den Seiten. Man kann dies am leichtesten dadurch erreichen, dass man der Sohle des Erd- oder Pflasterkastens eine schwächere Wölbung giebt als der Strassenoberfläche.

Im Allgemeinen wird also der Steinbahnkasten so gewölbt werden müssen, dass der Pfeil $f = \frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{40}$ der Strassenbreite beträgt.

Je nach dem zu erwartenden Verkehre wird die Steinschlagbahn in der Mitte eine Stärke von etwa 22 bis 32 cm, an den Seiten eine solche von 15 bis 25 cm erhalten, so dass die Steinschlagbahn durchschnittlich etwa 20 bis 30 cm stark sein wird (siehe Formel 4). Nach diesen Maassen wird sich sehr leicht

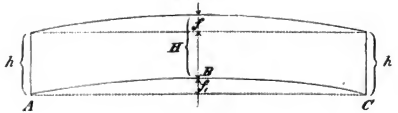
Digitized by Google

die Wölbung des Pflasterkastens bestimmen lassen, wenn man eine zweckmässige Wahl der Wölbung der Strassenoberfläche nach den vorliegenden Verhältnissen von vornherein getroffen hat.

z. B.:

Sei die Steinschlagbahn 10 m breit und ein Pfeilverhältniss von $f = \frac{1}{40}$ wegen des Tagewassers erwünscht; ferner sei die Steinschlagbahn in der Mitte 27 cm, an den beiden Seiten jedoch nur 20 cm stark, so wird der Pfeil $f = \frac{10}{40} = \frac{1}{4}\,\text{m} = 25\,\text{cm}$, der Pfeil f_1 für die Wölbung des Pflasterkastens aber nur 18 cm betragen, wie durch einfache Construction (Fig. 118) zu finden ist.

Fig. 118.



Wir wollen hier eine einfache Formel zur schnellen Berechnung von f_1, f, h, H aufstellen, um genau auszuführende Constructionen unnöthig zu machen.

Nennen wir H die Stärke der Steinschlagbahn in der Mitte, h die Stärke der Steinschlagbahn an den Seiten und f das Pfeilverhältniss — diese drei Werthe sind ja stets gegeben, — und nennen wir den unbekannten Pfeil für die Wölbung des Erdkastens f_1, so haben wir die Gleichung (Fig. 118.)

$$H = f + h - f_1 \quad \left(\text{Bedingung: } \begin{cases} f > f_1 \\ H > h \end{cases}\right)$$

oder: $H + f_1 = f + h$

(1) oder endlich: $\boldsymbol{f_1 = f + h - H}$

In unserem Beispiel war $f = 25$ cm, $h = 20$ cm und $H = 27$ cm; es ist also:

$$f_1 = 25 + 20 - 27 = 18\ \text{cm}.$$

Aus obiger Formel findet man auch sofort noch:

(2) $$\boldsymbol{f = H - h + f_1}$$

(3) $$\boldsymbol{h = H + f_1 - f}$$

Selbstverständlich findet man f_1 ebenso schnell durch Construction; denn, indem man die Punkte A, B und C durch einen

Digitized by Google

Kreisbogen verbindet, hat man sofort die entsprechende Wölbung des Erdkastens. In einzelnen Fällen möchten aber obige Formeln ganz brauchbar sein.

Im v. Kaven'schen Werke (S. 230) heisst es etwa folgendermassen:

„Die Stärke oder Mächtigkeit der Steinschlagbahnen hängt ab:

1) von der Beschaffenheit des Untergrundes (ob derselbe fest oder nachgiebig ist, ob Durchbrüche zu befürchten sind, u. s. w.);
2) von dem Besteinungsmateriale (ob dasselbe sich rasch oder langsam abnutzt);
3) von der Lage des Weges (ob derselbe trocken oder feucht ist, ob Waldboden u. s. w.);
4) von dem erwarteten Verkehre.

Sie soll im consolidirten Zustande (d. h. gewalzt) an den Kantensteinen mindestens 15 cm, höchstens 25 cm betragen."

Denkt man sich die Kurve der Wölbung als Parabel, so kann man sich die durchschnittliche Stärke der Steinschlagbahn (H_1) auch nach folgender Formel berechnen. Es ist:

$$H_1 = h + \frac{2}{3}(H - h) \tag{4}$$

Da $h = 15—25$ cm und $H = 22—32$ cm ist, so ist:

$$H_1 = 20—30 \text{ cm}.$$

§ 63. Menge und Wahl des Materiales zum Steinschlag.

In einer festen Steinschlagbahn ist das $1^1/_2$fache ihres Inhaltes an Steinschlagmaterial enthalten (nach v. Kaven).

Die erforderliche Menge an Steinmaterial kann man auch folgendermassen feststellen.

Eine gut gedichtete (gewalzte) Steinschlagbahn hat erfahrungsgemäss 0,85 der Dichtigkeit des massiven Gesteins, davon sind 0,05 auf eingebrachtes Bindematerial zu rechnen, so dass also nur 0,80 von dem massiven Gestein in der Steinschlagbahn vorhanden sind.*)

Nach v. Kaven enthalten die Bruchsteine ,je nach dem mehr oder minder sorgfältig geschehenen Aufruthen und nach

*) Siehe: v. Kaven, Wegebau, 1870. II. Aufl. S. 230, und Bokelberg, Zeitschrift des Hannov. Arch.- u. Ing.-Vereins Bd. II. 1856. S. 225.

Digitized by Google

der Lagerhaftigkeit der Steine 0,54 bis 0,66 an festem Steinmaterial, im Mittel also 0,60," so dass man also:

$\frac{0,80}{0,60}$ = rund $1\frac{1}{3}$ cbm Steinschlag im Durchschnitte zu 1 cbm Steinbahn braucht.

Werden die Bruchsteine nun zur Steinschlagbahn mit der Hand zerschlagen oder in Steinbrechmaschinen zerkleinert, so findet eine grössere Auflockerung des Steinschlages statt — „der Steinschlag gedeiht" sagt man technisch. Man hat erfahrungsgemäss beim locker aufgehäuften Steinschlag nur 0,54 festes Gestein und 0,46 leere Zwischenräume. Demnach braucht man etwa:

$\frac{0,80}{0,54}$ = rund 1,5 cbm Steinschlag zu einem Cubikmeter Steinbahn.

Es giebt also 1 cbm Bruchsteine $\frac{0,6}{0,54} = 1\frac{1}{10} - 1\frac{1}{5}$ cbm Steinschlag.

Allgemein kann man annehmen, dass die Menge an losem Materiale für Steinschlagbahnen etwa das 1,4fache des gedichteten Materiales beträgt. In der Praxis rechnet man aber zur Sicherheit 1,5 cbm Bruchsteine pro 1 cbm Steinbahn, weil beim Zerschlagen der Steine unbrauchbare Stückchen sich unvermeidlich vorfinden werden.

Als Material zum Steinschlag soll nach § 54 der „Technischen Anweisungen zum Bau und zur Unterhaltung der Kunststrassen (1860)" — und zwar „namentlich zur Decke — dasjenige Material vorzugsweise benutzt werden, welches die grösste und gleichmässigste Festigkeit, Härte, Zähigkeit und Dauerhaftigkeit besitzt, keine Poren und Risse hat, wo Wasser hineindringt, welches würfelförmigen und körnigen Steinschlag liefert, sich am vollkommensten verbindet, und in der Oberfläche abglättet, im zerriebenen und zerdrückten oder zersetzten Zustande weder einen klebrigen, noch sandigen, sondern kittenden, erhärtenden und abglättenden Stoff bildet. Frachtstrassen erfordern das härteste Material; Reisestrassen ein genügend festes, aber auch bequeme Bahn lieferndes Material."

Digitized by Google

Im § 60 derselben Instruction heisst es:

„Zur Decklage ist ein und dasselbe Material zu verwenden, ausnahmsweise darf verschiedenartiges Gestein, jedoch von gleicher Dauerhaftigkeit und Festigkeit gemischt verwendet werden. (Bei ungleich harten Materialien findet ungleichartige Abnutzung und keine glatte Bahn Statt.)"

Zu den Decklagen werden zumeist der Granit, Porphyr, Quarz und Basalt gewählt; es finden aber auch die besseren Sandsteine, Grauwacken und Grünsteine hierzu oftmals Verwendung.

(Die Grösse der Steinschlagstücke ist bei den einzelnen Pflasterungssystemen angegeben.)

§ 64. Allgemeine Regeln für die Ausführung der Steinschlagbahnen.

Im § 51 ist die Herstellung des Untergrundes mit genügender Ausführlichkeit von uns besprochen worden, so dass wir bei kurzer Besprechung der allgemeinen Ausführung aller Steinschlagbahnen wol füglich hier diesen wichtigen Theil jeder Strassenbahn unberücksichtigt lassen können.

Wie bei den Pflasterbahnen so werden auch bei den Chaussirungen die Fahrdämme zu beiden Seiten mit Bordsteinen oder Kantensteinen eingefasst, die zur Abgrenzung der Strasse dienen.

Die Kantensteine sind 10 — 15 cm breit und etwa 25 cm hoch und werden nach aussen hin lothrecht gesetzt.

Manche Ingenieure wollen die Kantensteine bei Chaussirungen gar nicht haben, weil sie die Seitenabwässerung der Steinbahn behindern und im Winter leicht durch den Frost gehoben werden. Dieses Auffrieren ist für die Strasse allerdings nachtheilig, weil die Kantensteine dann sehr schädliche erhöhte Seitenränder der Bahn bilden. (Vergl. § 71.)

Nach Ansicht eines hannoverschen Wegebaubeamten (s. v. Kaven, Wegebau, S. 228. Anm.): „lässt sich eine Strasse, deren Steinbahn nicht mit Kantensteinen begrenzt ist, bei Weitem besser unterhalten. Der Schlamm lässt sich reiner abziehen, der Graswuchs kann sich nicht so leicht bilden, als es bei Kantensteinen immer der Fall ist, da sich Staub und Düngstoff an denselben

Digitized by Google

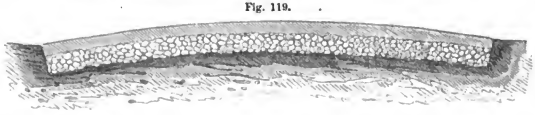
anlagert; und hat sich wirklich an den Seiten der Steinbahn Graswuchs gebildet, so lässt sich derselbe leichter entfernen. Auch kann man die Steinschlagdecken vollständiger sich abnutzen lassen.

Ueber den Eintritt des Bedürfnisses einer neuen Deckenlegung aber kann man sich leicht auf andere und sicherere Weise Gewissheit verschaffen, als die Kantensteine gewähren, da letztere ihre regelmässige Höhenstellung doch mit der Zeit verlieren, und im einen wie im andren Falle muss man doch, um sicher zu gehen, die Stärke der Steinbahn durch stellenweises Aufhauen derselben näher untersuchen."

Aus diesen Gründen schlägt der genannte Herr vor, in Berggegenden die Kantensteine immer fehlen zu lassen, namentlich bei lehmigem Boden, wie er sich in solchen Berggegenden oft vorfindet.*)

Wenn man die Kantensteine fortlässt, so muss man den Steinschlag ohne Weiteres in den regelmässig ausgehobenen Erdkasten bringen (Fig. 119). Hierdurch bildet sich aber an den

Fig. 119.



Kanten der Steinschlagbahn ein Gemenge von Steinschlag und Erdboden, welches leicht durch Frost gelockert wird, in welches dann ebenso leicht Geleise durch die Wagenräder eingeschnitten werden und in welchem sich eine gewisse Grasart ansammelt.

Diese Nachtheile sind doch zu bedeutend gegen die Vortheile des Fehlens der Kantensteine, so dass wir wol besser thun, wenn wir unsre Steinschlagbahnen stets mit Bordsteinen umsäumen. Man hat, um Kosten zu ersparen, den Erdkasten auch nur mit Rasenstücken eingefasst, was nur bei untergeordneteren Landstrassen zulässig ist.

In unsren Städten werden wir also bei Anlage von Steinschlagbahnen die Kantensteine niemals fehlen lassen, werden aber dafür Sorge zu tragen haben, dass durch die Nachtheile

*) In Braunschweig werden sowol bei allen älteren Bergstrassen aus Princip stets die Kantensteine entfernt, als auch alle neueren Bergstrassen stets ohne Kantensteine angelegt.

Digitized by Google

derselben dem Strassenfahrdamm kein grosser Schaden zugefügt wird.

Man hat nun hierfür zwei einfache Mittel: man unterbettet die Kanten- oder Bordsteine mit einem frostbeständigen Materiale oder man stampft alljährlich im Frühjahr die etwa durch den Frost im Winter gehobenen Kantensteine wieder nieder bis auf die frühere Höhenlage. Das letztere Mittel ist bei Strassenanlagen in Städten nicht empfehlenswerth.

Am zweckmässigsten werden die Kanten- oder Bordsteine demnach folgendermassen gesetzt:

Die Bordsteine, welche mindestens so hoch sein müssen, dass sie bis unter die Sohle des Erdkastens etwa 10 cm hinabreichen (also bei 20 cm Stärke der Steinschlagbahn etwa 30 cm hoch sind), sollen möglichst regelmässige Form haben und in der Längenansicht in der Stossfuge nicht bis unten schliessen, damit die Entwässerung der Steinbahn nicht zu sehr erschwert wird. Sie werden in Unterbettungen von Kies oder Sand, der wasserdurchlässig sein muss, gesetzt zum Schutze gegen das Auffrieren und auch gut lothrecht, damit sie beim Walzen oder, wenn ein Wagen gegen sie fährt, nicht leicht umgekantet werden können. Auf beiden Seiten werden sie gut hinterstampft und fest in die Unterbettung getrieben. (s. § 71.)

Es war früher allgemein üblich, in die Steinbahnlinien in Abständen von 3—5 m Binder einzusetzen. Man wollte durch diese Binder verhüten, dass sich ein Geleis neben den Kanten- oder Bordsteinen bildet. Ferner sollte durch diese Binder dem von der Steinschlagbahn abgekehrten Fahrer das Auffahren auf die Bahn erleichtert werden. Aber die Binder bewährten sich für diesen Zweck nicht; sie standen nicht fest genug, wurden durch das Fuhrwerk leicht umgekantet und schadeten so der ganzen Strasse. Aus diesen Gründen werden in neuerer Zeit keine Binder mehr in die Steinbahnlinie gesetzt.

Die Kantensteine, welche den Steinbahnkörper gegen das Erdreich von beiden Seiten abschliessen und als Fixpunkte für die Höhenlage bei der ersten Anlegung dienen, werden entweder mit ihren glatten Seiten nach innen oder auch nach aussen gesetzt. Die erstere Anordnungsweise ist vortheilhaft für das Walzen der Steinbahn; besonders wird das Walzen des Unterbaues an den Kanten dadurch sehr erleichtert. Die zweite Anordnungsweise dagegen ist vortheilhaft für die Abgrenzung

Digitized by Google

und Innehaltung einer genauen Richtungslinie, „weil (nach v. Kaven) die Fuhrwerke bei Benutzung der Steinbahn an der glatten Seite der Bordsteine leichter Geleise bilden, als wenn die glatte Seite nach aussen gekehrt wird und die Bordsteine eine um etwas verschiedene Stärke haben." — Welche von beiden Anordnungsweisen die empfehlenswerthere ist, — darüber lässt sich streiten; wir halten es für das Zweckmässigere, wenn die Kantensteine fluchtrecht gesetzt werden, so dass sie, wenn sie ungleiche Breiten besitzen, mit ihren ungleichen Breiten in die Steinbahn eingreifen. In diesem Falle wird die Breite der Steinbahn von den Aussenkanten der Bordsteine gemessen.

Sind die Bordsteine, welche aus gutem, dauerhaftem Gestein bestehen müssen, das jedoch nicht so vorzüglich wie der zur Verwendung kommende Steinschlag zu sein braucht, von ungleicher Breite, so sucht man die stärksten heraus und verwendet sie zur Einfassung des Sommerweges resp. Reitweges, falls ein solcher vorhanden ist.

An den Seiten der Fusswege befinden sich zumeist erhöhte Kantensteine (oder Hochbordsteine genannt), welche entweder aus Werkstücken oder aus dünnen Platten bestehen. Wir haben über diese Hochbordsteine ausführlich schon im § 52 gesprochen und müssen darauf verweisen.

Die Bordsteine werden an der Sommerwegsseite am rationellsten noch mit einem schmalen Streifen von Steinschlag, welcher bis unten an den Bordstein reicht, hinterstampft. Man rechnet gewöhnlich für beide Seiten auf einen laufenden Meter Steinbahn $\frac{1}{15} - \frac{1}{10}$ cbm Kantensteine. —

Nachdem der Pflasterkasten ausgehoben und damit planirt ist, nachdem die Bord- oder Kantensteine genau eingesetzt worden, wird der Steinschlag hineingebracht.

Bei dem Steinschlage ist es Hauptsache, dass derselbe vollständig frei von Splittern und erdigen Bestandtheilen eingebracht wird. Er muss deshalb vor dem Verbau sorgfältig gesiebt werden, damit er von Staub gründlich befreit werden kann. Zum Sieben werden sog. Grandwurfgitter und Mollen mit eisernen Stäben im Boden, wie solche im dritten Abschnitte von uns vorgeführt worden sind, benutzt.

Digitized by Google

Die ausgesiebten*) Splitter — Grus genannt — werden aufbewahrt und beim Versetzen der Kantensteine oder als Dichtungsmaterial beim Walzen der Steinbahn benutzt, so dass man also dadurch ganz erheblich an Kies und grobkörnigem Sand spart.

Bei dem Sieben hat man darauf zu achten, dass die Doppelsiebe, die vorzugsweise hierbei Verwendung finden, keine Querstäbe besitzen und keine grosse Neigung haben, „weil sonst der scharfe Steinschlag sich leicht zwischen den Drähten aufhängt. Das Sieben hat weniger den Zweck, den Steinschlag zu reinigen, als ihn zu sortiren, um Material von möglichst gleichem Korn zu erhalten.“ **)

Das gesiebte und gesonderte Steinmaterial wird hierauf nun zur Hälfte nur in den Erdkasten geschüttet, ausgeharkt und dann mässig festgewalzt, dann wird die andre Hälfte aufgebracht und mit der Pferdewalze oder besser Dampfwalze ***) (s. §§ 42. 43) sorgfältig comprimirt. Bei der Comprimirung wird Bindematerial (der obengenannte Grus nebst Kies oder grobkörnigem Sand) aufgestreut, und rechnet man allgemein 1 cbm Bindematerial auf etwa 16—20 cbm Steinschlagbahn. —

Bei wasserundurchlässigem Untergrunde muss selbstverständlich auch hier die Steinbahnsohle durch Sickercanäle oder Drainröhren entwässert werden. —

§ 65. 1) Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau.

Die Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau sind wol die ältesten; sie entsprangen aus einer Nachahmung der altrömischen Kunststrassen (vergl. Fig. 2 im § 1), sind aber auch als veraltet zu betrachten und nicht empfehlenswerth. Die Herstellung dieses unrationellen Pflasterungssystemes ist folgende.

Auf die etwas gewölbte Sohle des Erdkastens, der mit Kantensteinen umsäumt ist, werden Steine von Pyramidenform

*) Der Steinschlag wird gewöhnlich in die Mollen geworfen und ausgeharkt, wodurch alle kleinen Splitter, sandigen Bestandtheile u. s. w. zurück bleiben.

**) Nach § 61 der „Technischen Anweisungen u. s. w.“

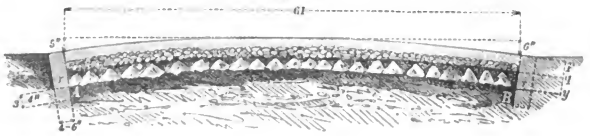
***) Die Operation des Walzens ist im § 75 näher beschrieben.

Digitized by Google

mit ihrer Fläche nach unten so an einander gesetzt, dass sie einen möglichst dichten Fugenschluss geben. Die Grundfläche dieser pyramidalen Steine hat 100—200 qcm, so dass also die Seite der Grundfläche 10 cm bis etwa 14 cm beträgt. Die Höhe der Steine soll etwas grösser sein; man wählt sie deshalb 12—15 cm.

Da diese Steine mit ihren Spitzen nach oben stehen, sich also zwischen den einzelnen Steinen Lücken befinden, so müssen diese Zwischenräume mit sogenannten Zwickern oder Keilen ausgefüllt werden. Es werden die grösseren Steine dabei mit langstieligen Hämmern von 5—10 kg Schwere zerschlagen (und die etwa noch hervortretenden Spitzen der Packlage abgeschlagen), so dass sich eine rauhe, ebene Oberfläche bilden muss und diese dann als scharf zusammengekeilte Steinschlagmasse erscheint. Hier und da werden statt der Zwicker als Lücken-

Fig. 120.



ausfüllungsmasse auch kleine Steinschlagstücke verwendet (Fig. 120), was zum mindesten ebenso rationell ist.

Die Packlage mit der Zwick- oder Keillage wird dann gewöhnlich mässig gewalzt und über dieselbe eine dünne Decklage aus möglichst gleichmässig zerschlagenen gröberen Steinen (sogenanntem Grobschlag) ausgebreitet und diese mit der Packlage festgewalzt, so dass man also ohne Schaden für die Steinschlagbahn das erste Walzen der Packlage allein auch fortlassen kann. Nach dem Walzen der dünnen Decklage muss sich die Höhe der soweit gebauten Steinschlagbahn zu $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der Totalhöhe der fertigen Strassenbahn ergeben.

Auf dem comprimirten Grobschlage wird nun eine Lage von kleinen, aber möglichst gleichmässig zerschlagenen Steinen ausgebreitet und zwar nach einer Schablone, welche stets auf die Kantensteine gesetzt wird, in solcher Höhe, dass sich nach dem Festwalzen dieses sogenannten „Feinschlages“ die vorher bestimmte Steinschlagbahnstärke in der Mitte und an den beiden

Digitized by Google

Seiten wirklich vorfindet. Das Walzen dieses obersten Strassenkörpers geschieht mit einer Walze, deren Gewicht gesteigert werden kann. —

Die Decklage, d. h. der Grobschlag und der Feinschlag (*pq* in Fig. 120) soll in der Mitte der Strassenbahn mindestens 10 cm Stärke haben, an den beiden Seiten nur je 7 — 8 cm. An den Kantensteinen darf die Decklage niemals schwächer sein als 5 cm. —

Der grosse Nachtheil dieser Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau beruht namentlich darauf, dass leicht einzelne Steine des Packlagers*) — sei es, dass sie durch Frost gehoben worden, sei es, dass der Verkehr daran schuld ist — bis an die Strassenoberfläche treten. Hierdurch entstehen Löcher, welche sofort mit Steinschlag ausgefüllt werden müssen, damit die Strasse nicht unbrauchbar für den Verkehr wird. Es ist also sorgfältige und auch theure Unterhaltung einer so gebauten Steinschlagbahn unvermeidlich. Selbst bei der sorgfältigsten Ausführung tritt bei dem Packlager stets nach der Erfahrung ein ungleichmässiges Setzen und Nachgeben ein, das um so stärker sich zeigt, je schwerer der auf der Strasse herrschende Verkehr ist.

Aus diesen Gründen kann die Herstellung einer Steinschlagbahn mit Packlager-Unterbau nicht empfohlen werden, namentlich ist eine solche Chaussirung eine sehr ungünstige und verkehrte Anordnung bei Strassen mit schwerem Verkehre.

§ 66. Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau und macadamisirte Strassen.

2) Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau aus ungleichem Korn.)**

Die unteren Lagen der Steinschlagbahn bestehen aus weicherem Materiale als die oberen Lagen oder Decklagen der Strasse, wenn man mit nur geringen Mitteln zu bauen hat und sicher ist, dass die Strasse dadurch dennoch genügende Festigkeit für den Verkehr besitzt.

---

*) In einzelnen Gegenden nennt man diese hervortretenden Steine auch schlechtweg „Katzenköpfe".

**) Siehe: „Technische Anweisungen zum Bau der Kunststrassen in Hannover", §§ 62—72.

Digitized by Google

Der Steinschlag-Unterbau, dessen einzelne Gesteinsstücke stets grösser anzunehmen sind als die des Oberbaues, wird in einer Stärke angelegt, die abhängt von der Grösse des Verkehres und der Beschaffenheit des zu verwendenden Steinmateriales, sodann auch von der Stärke des ganzen Steinschlagbahnkörpers und den Kosten des Steinmateriales zum Oberbau der Strasse. Es wird also dieser Unterbau um so stärker zu bauen sein, je grösser die Frequenz der Strasse, je schlechter das Gestein zum Unterbau, je stärker der Steinschlagbahnkörper, je theurer das Deckmaterial, je schwächer der Oberbau ist.

Im Allgemeinen wird der Steinschlag-Unterbau aus Steinwürfeln gebildet, deren Seite etwa 5,0 cm beträgt, falls das zur Verwendung kommende Steinmaterial fest ist und mindestens eine Festigkeit von 150 kg pro Quadratcentimeter besitzt. Stehen Steine von geringerer Festigkeit zur Verfügung, so erhalten diese weicheren Steinwürfel eine Seitenlänge bis zu 7,5 cm. — Die Korngrösse wird am besten zwischen etwa 300 und 420 cbcm schwanken. —

Die Steinwürfel, welche zur Bildung der Decklage benutzt werden, sind kleiner, und zwar haben sie nur eine Seitenlänge von 4—5 cm je nach der Festigkeit des Gesteins und nach der Stärke der Belastung, welche die Steinschlagbahn voraussichtlich durch die Fuhrwerke zu erwarten hat. Man soll diese Steinwürfel jedoch nicht zu klein schlagen lassen, jedenfalls nie feiner, als dies die gehörige Bindung desselben und die Bahnglätte verlangt. Die Steinwürfel der Decklage dürfen kleiner sein, als die der Unterlage, weil sie gewöhnlich eine grössere Härte als diese besitzen. Man wählt deshalb eine Korngrösse zwischen 50 und 130 cbcm. — Geschieht das Zerschlagen des Gesteins durch Hand, was allerdings nach §§ 30 und 31 dieses Werkes nicht sehr empfehlenswerth sein dürfte, so ist darauf ganz besonders Acht zu geben, dass die Steinklopfer die Steinschlagstücke von möglichst gleicher Grösse und annähernder Würfelform herstellen und Splitter und sogenannten Grus möglichst vermeiden. Man giebt ihnen zu dem Zweck gewöhnlich einen hölzernen Würfel als Muster des zu bildenden Korns, und stellt nur wirklich geübte Arbeiter an, welche weniger sorgfältig überwacht

Digitized by Google

zu werden brauchen. Besser ist es jedoch, wie wir im dritten Abschnitte zu beweisen suchten, wenn man Steinbrech- oder sogenannte Zerkleinerungsmaschinen verwendet, die namentlich bei grösseren Strassenbauten Zeit- und Kostenersparungen gewähren. —

Die Stärke der Decklage wird in der Mitte zu 10—12 cm, an den Seiten (Bordsteinen) zu 4—5 cm angenommen, falls sich festeres Deckmaterial nicht viel theurer stellt als das Steinmaterial des Unterbaues. Jedenfalls soll die Decklage unter allen Umständen eine mittlere Stärke von nicht unter 5 cm, in halber Breite eine Stärke von 8 cm besitzen. Diese geringe Stärke von nur 5 cm in der Mitte ist aber nur dann zulässig, wenn die Strasse demnächst nur von sehr leichtem Fuhrwerke (Luxus- oder Personenwagen) befahren wird, wenn das Deckmaterial sehr theuer zu beschaffen ist und wenn es eine vorzügliche Festigkeit besitzt. (S. § 120.)

Wird der ganze Steinschlagbahnkörper aus ein und demselben Materiale oder aus verschiedenartigen Materialien von gleichen Kosten hergestellt, so darf der Steinschlag-Unterbau nur bis etwa 7,5 cm unter der Bordstein-Oberkante heraufreichen und in der Mitte der Steinschlagbahn nicht stärker angelegt sein als an den Kantensteinen. —

Nur selten wird eine Steinschlagbahn nur aus einer Decklage und einer Unterlage bestehen, sondern sehr oft aus drei Lagen, namentlich da, wo das Steinmaterial zur Decklage im Preise sehr hoch steht und gleichzeitig das Steinmaterial zum Unterbau sehr geringe Festigkeit besitzt. (Fig. 121—123 zeigen gute Normalprofile von Steinschlagbahnen, wie solche in Basel ausgearbeitet sind.)

Die Lage zwischen Oberbau- und Unterbau — Mitteldecke oder Zwischenlage (auch Mittellage) genannt — ist dann etwa 5—7,5 cm stark und wird ganz durchgeführt, während die Decklage aus festestem Gestein, falls das Material zur Zwischenlage genügende Festigkeit und Tragfähigkeit besitzt, gewöhnlich blos in der Mitte der Steinschlagbahn hergestellt wird.*) Diese

*) Beispielsweise wird auf einer nicht sehr befahrenen Steinschlagbahn von etwa 5 m Breite eine Decklage in der Mitte der Strasse von etwa 3,5 – 4 m vollständig genügen.

Digitized by Google

Normalprofile des Baudepartement Basel-Stadt.

Fig. 121. *Strasse von 15 Meter.*

Fig. 122. *Strasse von 12 Meter.*

Fig. 123. *Strasse von 9 Meter.*

Digitized by Google

letztere Breitenverkürzung der Decklage sollte man aber nur auf Strassen mit geringer Frequenz und sehr leichtem Verkehre vornehmen. —

Beim Walzen der Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau gilt die Regel, dass jede einzelne Lage stets für sich allein gewalzt werden muss.

3) Macadamisirte Strassen.

Es war im Jahre 1820, als der Amerikaner J. L. Mac Adam (geb. 1755, gest. 1836) mit der Erfindung eines „ganz neuen*) Strassenbausystems" auftrat, das man nach ihm jetzt allgemein benannt hat. Er schlug vor, **Steinschlagbahnen aus gleich gross zerschlagenen Steinen ohne jede Berücksichtigung der Härte der verschiedenen Gesteine** herzustellen, indem er behauptete — und mit vollstem Rechte, dass bei **gleicher Kornstärke die geringste Tendenz zu Bewegungen vorhanden sei.****)

Mac Adam***) bildete von scharfkantigen, höchstens 200 g schweren Steinen, die möglichst wenig Feuchtigkeit anziehen durften, eine vollständig dichte, wasserundurchlässige und feste Decke, welche er anfänglich 25 cm bis 30 cm stark herstellte

*) „Diese Methode ist in verschiedenen Ländern" — sagt v. Kaven in seinem Werke S. 206 — „in nahezu gleicher Weise schon früher ausgeführt; z. B. soll sie schon lange vorher bei älteren Strassen in Hochländern, wo man Geschiebe und kleine Gerölle in Stücke zerschlug und mit einer Lage Kies bedeckte, angewendet sein, namentlich auch in Schweden, und Wesermann (S. 301) führt ein Beispiel an, wo 1788—1794 eine Strecke in der ehemaligen Grafschaft Mark etwa 22—25 cm stark ohne Grundbau und blos von klein zerschlagenen Steinen, angefertigt wurde, welche sich gut erhielt, ungeachtet sie keinen stärkeren Zusatz zur jährlichen Unterhaltung bekommen hatte als eine 37,5 cm starke Steindecke nach dem alten Systeme" . . .

**) Eine gleiche Kornstärke ist wesentlich, um Bewegungen in der Bahn zu vermeiden; einzelne grössere Steinschlagstücke würden durch den Frost und durch Erschütterungen, von dem Verkehre erzeugt, leicht bis zur Oberfläche hoch steigen, worauf wir schon im § 65 dieses Werkes aufmerksam machten.

***) Im gewöhnlichen Leben nennt man fast jede Steinschlagbahn Macadam-Chaussee, was natürlich ganz falsch ist. Ja sogar in technischen Kreisen begegnet man zuweilen solchen Unklarheiten! In einem, dem Verfasser vorliegenden Werke von einem anerkannt tüchtigen Ingenieur wird auch von Macadamisirungen gesprochen und gleich hinterher gesagt: Bei der Decklage haben die Steine diese Grösse, bei dem Unterbau dagegen jene Grösse!! —

Digitized by Google

und zwar in einzelnen Schichten, deren Dicke etwa 7,5 — 10 cm betrug. Später jedoch ermässigte er oft die Stärke des Steinschlagbahnkörpers bis auf 15 cm. Er liess die Steinschlagbahn stets erst 7,5—10 cm über dem Wasser des Chausseegrabens resp. des Grundes anfangen, um die Strasse möglichst vor Feuchtigkeit schützen zu können.

Da Mac Adam die Walze noch nicht kannte, so liess er jede Schicht vor der Hinzufügung einer neuen Lage zuvor von den Fuhrwerksrädern festfahren, wodurch er eine möglichst innige Vereinigung der Gesteinsstücke zu einem festen Bahnkörper erzielen wollte. Nach Aufbringung der letzten Schicht — der Decklage — wurde die Steinschlagbahn mit einer 2—3 cm starken Kiesschicht bedeckt. —

Heutzutage, wo das Macadamisiren trotz mancher Angriffe auf dem Continent sehr gebräuchlich geworden ist, ist die Herstellungsweise im Allgemeinen dieselbe wie bei den andern Chaussirungen.

Zumeist besteht die Schotterung nur aus zwei übereinanderliegenden Schichten, wobei sehr häufig die Unterlage von geringerer Güte zur Ersparniss von Kosten genommen wird, oder aus drei Lagen, von denen jede für sich mit einer Dampfwalze comprimirt wird, indem man die unvermeidlich entstehenden Zwischenräume mit einem Füllmateriale (Steinsplitter, Grus, Kies u. s. w.) während des Walzens ausfüllt.

Auf die Decklage wird entweder wie gewöhnlich eine Schicht Kies von geeigneter Beschaffenheit aufgeschüttet, oder — was namentlich in neuester Zeit von vielen Ingenieuren als vortheilhafter bezeichnet wird — man bringt eine Gusslage aus Theer und Pech auf, um eine möglichst vollkommene Dichtung der Macadamchaussee zu erzielen! Selbstverständlich ist dieses letztere Mittel bei jeder andren Steinschlagbahn ebenfalls zu empfehlen und wird auch dort oftmals der einfachen Kiesschicht vorgezogen. Jedenfalls ist die Gusslage theurer, und sollte man deshalb nicht allzu verschwenderisch mit diesem Mittel sein; bekanntlich sind die „einfachsten Mittel, mit denen man etwas erreichen will, im Leben stets die besten.“ Eine gute Kiesschicht wird in fast allen Fällen genügen, um eine gute Dichtung der Steinschlagbahn zu bewirken!

Digitized by Google

Die Grösse der einzelnen Gesteinsstücke, die hier allesammt von gleicher Grösse sein müssen, wird so gewählt, dass die Seite der kleinen Steinwürfel, je nach der Beschaffenheit des Materiales, zwischen 30 und 70 mm schwankt.

Die Engländer verwenden für ihre, sehr zahlreichen Macadam-Chausseen würfelartige Gesteinsstücke von 60 mm Seitenlänge, welche aus sehr hartem Sandsteine (Mühlensteinbruch), aus Porphyr oder Trapp (auch schwarzer Porphyr genannt; ein basaltartiges Gestein) bestehen.

§ 67. 4) Steinschlagbahnen mit Grand- und andrem Unterbau.

Die Steinschlagbahnen mit einem Unterbau aus Grand d. i. Kies mit Korn, das möglichst nicht kleiner als Nussgrösse sein soll, werden ebenfalls sehr oft zu Strassen — selbst solchen mit schwerem Fuhrwerksverkehre — verwendet.

Zum Grandunterbau, welcher etwa die Hälfte (genauer 0,4 — 0,6) der ganzen Steinbahnstärke ausmacht, nimmt man Kies, dessen Korn zum mindesten einen Durchmesser von 6 — 7 mm besitzen (besser aber, wie gesagt, Nussgrösse haben) soll, und walzt denselben fest, worauf man die Decklage heraufbringt, die entweder aus würfelförmigen Gesteinsstücken, wie bei den andren Steinschlagbahnen, bestehen oder aus grösseren Kieskörnern, welche man aus dem, für den Steinschlag-Unterbau zur Verfügung gestellten Grand zu dem Zweck besonders heraussucht. Diese Decklage wird dann comprimirt, eine Kiesdecke aufgeschüttet u. s. w. wie bei den vorhergehenden Systemen.

Die Steinschlagbahnen mit Grandunterbau sind jedoch nicht so gut als die mit Grobschlag-Unterbau (§ 66, 2) oder nach der Methode des Mac Adam (voriger Paragraph) hergestellten Strassenbahnen, weil der Grand vom Frost leichter gelockert wird.

Statt des Grandes verwendet man aber auch andre Materialien zum Unterbau, z. B. die Eisenschlacken (s. § 79), klein zerschlagene Ziegelsteine u. s. w., welche dem Grand um nichts nachstehen; im Gegentheil wird die Hohofenschlacke demselben fast stets vorzuziehen sein, namentlich aber da, wo der Strassenuntergrund kein besonders guter ist. Beispielsweise wird bei schwerem Boden

Digitized by Google

die Eisenschlacke sehr gern als Auflockerungsmittel benutzt. — Die Schlacken und die Mauersteine werden in ei- oder faustgrosse Stücke zerschlagen, sorgfältig auf der Unterbettung ausgebreitet und dann mit einer Steinschlagdecke versehen. —

In Gegenden, wo sich grosse Rasenerzlager befinden, wird der Raseneisenstein mit Erfolg beim Strassenbau Verwendung finden können. Eine solche Rasenerzbahn ist etwa 20 cm stark. Die Eisenstücke werden hochkantig gestellt und möglichst dicht geschlossen eingesetzt. Auf diese Bahn wird dann zur Verhütung von Staub- oder Schlammbildung Kies 2—3 cm hoch geschüttet und erst später eine Steinschlag-Decklage hinaufgebracht. (S. § 96.)

Solche Rasenerzbahnen mit Steinschlagdecke halten sich zumeist recht gut und sind fast stets sehr billig herzustellen. Zu 1 qm Bahnfläche hat man circa 0,1 cbm Raseneisenstein und circa 0,16 cbm Kies nöthig.

Auf diese Weise sind beispielsweise in der Provinz Hannover mehrere Bahnen hergestellt worden, welche einem mehrere Monate währenden schweren Frachtwagenverkehre Widerstand entgegensetzten, ohne dass sich auf der Strassenoberfläche Geleise bildeten!

§ 68. Vergleiche, Vortheile und Nachtheile der Steinschlagbahnen.

Von allen Steinschlagbahnen sind die nach der Methode des Mac Adam hergestellten Chausseen nicht nur ihrer einfacheren Herstellung wegen, sondern namentlich, weil sie leichter und auch billiger zu unterhalten sind, indem bei einer Steinschlagbahn mit Gesteinsstücken gleicher Korngrösse die geringste Tendenz zu Bewegungen vorhanden ist, — die vortheilhaftesten. Da der untere Theil der macadamisirten Strassen auch aus weichen Steinen bestehen kann, so sind sie im Allgemeinen billiger als die Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau oder mit Steinschlag-Unterbau aus ungleichen Gesteinsstücken, und oft ebenso billig als die Steinschlagbahnen mit Grand-Eisenschlacken u. s. w. -Unterlage herzustellen.

Wie wir bereits im § 65 bemerkten, kann man Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau höchstens

Digitized by Google

bei Strassen mit leichtem Verkehre anlegen, wird sie aber besser als unzweckmässig verwerfen und statt ihrer Chausseen mit Grand oder anderem Unterbau zur Ausführung bringen, die zwar nicht so gut wie die macadamisirten Chausseen oder die im § 66 a) näher beschriebenen Steinschlagbahnen sind, aber sich für Strassen mit leichtem Verkehre bei solider Ausführung ganz gut eignen.

Ueber die Güte der einzelnen Systeme der Steinschlagbahnen haben wir bei Besprechung derselben bereits die nöthigen Angaben gemacht, so dass wir uns hier kurz fassen können, umsomehr, als wir noch einmal Vergleiche zwischen allen Pflasterungssystemen am Schluss dieses Werkes anstellen werden.

Was nun die Vortheile und die Nachtheile der Steinschlagbahnen anlangt, so wollen wir hier nur die Macadamchaussee in Erwägung ziehen, die also stets da von uns angelegt werden wird, wo eine solide, dauerhafte und auch billige Steinschlagbahn hergestellt werden soll, welche selbst einem schweren Verkehre genügenden Widerstand entgegen zu setzen vermag. (S. § 86, 3.)

Eine mit Theer und Pech oder Kies gut gedichtete, solide ausgeführte Macadamstrasse in vorzüglichem Zustande hat die grossen Vortheile:

1) ebene und glatte Strassenoberfläche;

2) sehr geringer Widerstandscoefficient, infolge dessen

3) geringe Zugkraft, Schonung der Pferde, billiger Transport der Güter;

4) genügende Widerstandsfähigkeit;

5) fast geräuschloses und stossfreies Fahren und geringe Abnutzung der Fuhrwerke u. s. w.

Da aber eine Macadamchaussee nur selten vollkommen rein und dicht, sondern in den weitaus meisten Fällen zum Mindesten mit Staub, mit Schlamm, ja sogar oft mit Geleisen bedeckt sein wird, so gehen manche von den aufgezählten Vortheilen verloren.

Die Nachtheile aller Steinschlagbahnen sind namentlich folgende zwei:

1) schnelle Abnutzung und deshalb theuere Unterhaltung (s. § 86).

Digitized by Google

2) grosse Bildung von Staub und Schlamm und dadurch leicht eintretende Unebenheit der Bahn, Bildung von Löchern u. s. w.

Aus diesen Gründen sind Steinschlagbahnen bei städtischen Strassenanlagen nicht zu empfehlen. Beispielsweise sind die Macadamchausseen in London einer stetigen Ausbesserung unterworfen und verursachen bei der Vornahme ihrer Reparaturen Verkehrsstörungen und auch sonstige Unannehmlichkeiten die Menge. —Die Landstrassen dagegen, auf denen ein bei Weitem schwächerer Verkehr herrscht als auf den Strassen grosser Städte, sind am besten nur zu macadamisiren; bei ihnen ist wegen der geringeren Frequenz die Unterhaltung keine stetige und die Kosten derselben keine so grossen!

§ 69. C) Eisenschlacken-Pflasterungen.

Die Eisenschlackenbahnen*) (welche nicht verwechselt werden dürfen mit den im § 79 besprochenen Pflasterungen mit Hohofenschlacken, die zur Herstellung von künstlich, mit Lehm oder Thon vermischten, gepressten und glasirten Pflastersteinen benutzt werden) können nur da hergestellt werden, wo Eisenschlacken in grosser Menge (also z. B. in der Nähe grosser Eisenhütten) zu haben sind und der Verkehr nur ein geringer ist, also hauptsächlich für untergeordnete (Vicinal-) Wege.

Die Herstellungsweise solcher Strassen ist folgende. Die Schlacken, welche im glasartigen Zustande zum Strassenbau nicht verwendet werden können, sondern vorerst auf bekannte Weise „getempert" oder „basaltirt" werden müssen, wodurch sie eine ziemlich grosse Festigkeit und auch eine Zähigkeit erlangen, welche der des Basaltes (daher der Name „basaltiren") gleich kommt oder sogar noch übertrifft, — werden mit dem Hammer in möglichst gleich grosse Stücke zerschlagen, wobei viel Material verloren geht, was aber bei der grossen Billigkeit des Materiales**) nicht sehr in Frage kommen kann. Hierauf werden die Eisenschlacken in die Erdbahnen gefahren und möglichst gleichmässig ausgebreitet, worauf man sie mit der Walze comprimirt und gewöhnlich mit Abfällen von Raseneisenstein bedeckt.

*) Siehe v. Kaven, Wegebau, S. 245.

**) Der Cubikmeter Eisenschlacke kostet loco Hütte nur etwa 1,50 M. — Das Zerschlagen etwa das Doppelte von dem des Basaltes.

Digitized by Google

Die Eisenschlackenbahnen erhalten niemals Bordsteine und haben eine Dicke von etwa 25 — 30 cm. — Der laufende Meter Strassenbahn*) kostet nur 2,5 — 3,0 M. gewöhnlich. Sie sind wie die Rasenerzbahnen von genügender Dauer und deshalb da, wo man mit sehr geringem Kostenaufwande eine Strasse anlegen will, sehr zu empfehlen.

Ist die Bahn für schwereren Verkehr einzurichten, so wird zweckmässig noch eine Decklage aus Steinschlag aufgebracht und festgewalzt. Solche Steinschlagbahnen mit Eisenschlacken-Unterlage halten sich in der Regel selbst bei schwerem Verkehre recht gut. — (Siehe § 67.)

§ 70. D) Die Grand- oder Kiesschotterbahnen.

Die Grand- oder Kiesschotterbahnen werden zweckmässig nur da gebaut, wo nichts als Kiesschotter mit darunter befindlichen grossen Geschieben vorhanden ist und nur ein leichter Verkehr herrscht, auch da, wo man billig bauen will.

Zu den Schotterbahnen wird ein Grand zu verwenden sein, welcher in der Grösse und der Festigkeit des Kornes recht gleichmässig ist, dessen mittleres Korn genügende Festigkeit besitzt, um den Angriffen der Pferdehufe und Fuhrwerksräder genügenden Widerstand entgegensetzen zu können. Das Korn des Kiesschotters soll mindestens einen Durchmesser von 6—7 mm besitzen.

Was die Stärke der Kiesschotterbahnen anlangt, so wird dieselbe allgemein $^1/_4$ — $^1/_3$ grösser anzunehmen sein als die für Steinschlagbahnen zweckmässig gewählte. An den Kantensteinen soll die Stärke mindestens **15** cm betragen; besser wird man jedoch ein grösseres Maass — etwa **20** cm — annehmen.

Früher war die Herstellung der Kiesschotterbahnen folgende:**)

Das Strassenbett wurde wie für jedes andere Strassenbausystem vorbereitet und dann mit einer etwa 10 cm dicken Lage kleinen Kiesschotters nach der ganzen Breite bedeckt, und

*) Diese Bahnen werden zumeist in der constanten Breite von 3,5 m angelegt.

**) Siehe v. Paulucci, „Der Chausseebau in England u. s. w.“, S. 45. Wien 1838.

Digitized by Google

diese Schotterunterlage entweder unter fortwährendem alsbaldigen Einräumen der entstehenden Geleise dem Befahren bis zur völligen Comprimirung preisgegeben oder — als man schon die Walze und ihre hervorragenden Leistungen kannte — festgewalzt. Hierauf wurde eine nur 7,5 cm starke Grandschicht auf die erste gebracht und darauf festgefahren, beziehungsweise festgewalzt. Auf diese letzte Schicht kam dann endlich eine Decklage von 7,5 cm Stärke, welche aus gesiebten, gewaschenen (d. h. frei von allen erdigen und lehmigen Bestandtheilen) Schottern bestand. Alle darunter befindlichen Bachkiesel von mehr als 35—40 mm Durchmesser wurden zerschlagen und abgesondert. Nachdem auch diese Schicht gehörig comprimirt war, wurden so viele Lagen von diesem gereinigten Schottermateriale noch aufgetragen, bis der Strassenkörper in der Mitte etwa 35—40 cm, an den Seiten aber nur 20—25 cm Stärke besass. Bei diesem Auftragen der Lagen wurde besonders darauf gesehen, dass der beste Theil des Steinmateriales (also die zerschlagenen und abgesonderten Bachkiesel) auf die Mitte der Strasse, die kleinen, runden, sich nur schwer verbindenden Gerölle aber an die weniger befahrenen Seiten der Grandstrassen zu liegen kamen.

Weniger weitläufig ist die Herstellung der Kiesschotterstrassen heutzutage. Man baut die Grandstrasse gewöhnlich nur in zwei Schichten, deren jede für sich gewalzt wird,*) und giebt ihnen dieselbe Wölbung wie den Steinschlagbahnen.

„Wenn der Grand sehr theuer ist" — heisst es in den hier mehrfach benutzten und schon erwähnten „Technischen Anweisungen" § 83 und § 85, „darf zum Unterbau anderes, geeignetes Material verwandt werden. Ein Packlager darf dabei nicht stärker sein als 10 cm, weil sonst die Granddecke zu schwach würde, indem nämlich vorausgesetzt ist, dass die grössere Stärke des Unterbaues von der Stärke der Granddecke abgeht. Eine zu schwache Granddecke würde bei Frostaufgang oder feuchter Witterung leicht durchgefahren werden.

Ist eine genügende Menge grösserer Grandkörper

*) Beträgt die Höhe der Bahn an den Kantensteinen nur 15 cm, so genügt — nach Ansicht einiger Praktiker — die Walzung in einer Schicht. Jedoch ist es nach Ansicht des Verfassers dieses Werkes zweckmässiger, die Walzung auch dann in zwei Schichten vorzunehmen, weil dadurch die Dichtung eine vollkommenere wird.

Digitized by Google

ausgesondert, um längere Decken von mindestens 6,3 cm Stärke in der Mitte und 4,0 cm Stärke an den Kanten zu bilden, und lässt sich voraussetzen, dass auch solche auf die Dauer zur Unterhaltung zu gewinnen, so sind die ausgesonderten Grandkörper zu Steinschlag zu zerkleinern, und ist davon eine möglichst lange Decke zu bilden.

Genügt die ausgesonderte Menge nicht hierzu, so sind die grösseren Stücke bis zur Feinheit des mittleren Grandkornes zu zerschlagen und unter den Grand zu vertheilen."

Die solide hergestellten Kiesschotterstrassen sind zwar besser als die gewöhnlichen Kiesbahnen (s. § 71), stehen aber den Steinschlagbahnen an Güte und Dauerhaftigkeit nach, weil nur der eckige Stein ein festes Gefüge liefert, der runde dagegen, statt durch den Druck der Räder immer mehr und mehr comprimirt zu werden, diesem vielmehr ausweicht und somit fast niemals eine feste, widerstandsfähige Oberfläche bildet.

Bestehen die einzelnen Kiesel aus einer weicheren Steinmasse (z. B. Sandstein), so tritt der neue Uebelstand ein, dass die Steinchen gar schnell von den Fuhrwerksrädern zu Staubmehl zerrieben werden; es nimmt dann die Zugkraft um ein Bedeutendes zu.

Hieraus erhellt, dass man Grandbahnen nur auf untergeordneteren Landstrassen mit sehr leichtem Verkehre und niemals in Städten zur Ausführung kommen lassen darf.

§ 71. E) Die Kiesbahnen.

Die schlechteste Art, eine Strasse zu bauen, ist die, das Pflasterbett mit einer Mischung von Kies, Sand und erdigen Theilen auszufüllen. Nur da, wo die Mittel zur Herstellung einer Pflaster- oder Steinschlagbahn gänzlich fehlen, oder wo in möglichst kürzester Zeit ein fahrbarer Weg angelegt werden soll, können Kiesbahnen gebildet werden, die natürlich stets besser sind als die unbebauten Sandstrassen. (Vergl. IX. Abschnitt.)

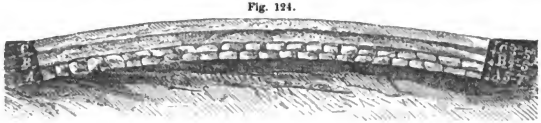
Die rationellste Herstellungsweise einer Kiesbahn ist folgende:

Auf das, mit einer schwachen Wölbung versehene Pflasterbett werden zunächst — wenn irgend möglich — Geschiebestücke *A A* (Fig. 124) etwa 12—15 cm hoch neben- oder über-

Digitized by Google

einandergelegt. Auf diese kommt sodann eine etwa 10 — 12 cm starke Schicht *B B*, welche aus einer Mischung von Kies und Lehm besteht, und mit der Ramme (empfehlenswerther ist aber gewiss auch hier die Walze) gehörig fest getrieben wird. Danach wird noch eine 7,5—12,5 cm dicke Kieslage *C C* aufgebracht und diese mit einer 2—3 Tonnen schweren Walze sorgfältig comprimirt. In früheren Zeiten pflegte man diese Decklage auch

Fig. 124.



mit Handrammen zu dichten, was aber nicht empfohlen werden kann.

Die Decklage besteht am besten aus reinem Kies, welcher durch Sieben von allen fremden Bestandtheilen gesäubert worden ist. (Das Sieben geschieht, wie wir im dritten Abschnitt sahen, entweder durch Werfen des Kieses gegen ein Draht- oder Eisengitter, wobei man dann mit der Hand alle grösseren Stücke heraussucht, oder besser — namentlich bei grösseren Strassenbauten — mit der Augustin'schen Kies-Sortirungsmaschine, s. Fig. 56 im § 30.)

Die Zwischenlage besteht, wie oben schon hervorgehoben, aus einem Gemisch von Kies und Lehm allein (1 Theil Kies und 2 Theile Lehm oder 2 Theile Kies und 3 Theile Lehm) oder aus einem Gemisch von grobem Grand, feinem Kies, Sand und erdigen Theilen, von denen die letzteren Mischungstheile nur in sehr geringer Menge zur Verwendung kommen dürfen, weil sonst der Frost und auch das Tagewasser sehr schädlich auf die lange Strassenbahn einwirken können. —

Die Kiesbahnen erhalten eine gleiche Wölbung wie die Steinschlagbahnen und werden ohne Kantensteine hergestellt.

Diese Kantensteine haben zwar die Vortheile:

1) dass sie eine gute Begrenzung der Strassenbahn bieten;
2) dass sie bei auszuführenden Reparaturen als feste Punkte benutzt werden können;
3) dass sie beim Walzen der Bahn gewissermassen einem Ausweichen des Steinbahnkörpers vorbeugen.

Digitized by Google

Sie haben aber die Nachtheile, dass sie:

1) dem Wasserabflusse in der Richtung der Strassenquere hinderlich sind;
2) den Verkehr auf der Fahrbahn etwas stören (vergl. § 64);
3) die Anlage einer Strasse sehr vertheuern.

Aus diesen Gründen wird man sie bei den Kiesbahnen am besten ganz fortlassen. —

Eine schlechtere Herstellungsweise, die früher sehr üblich war und auch noch jetzt sonderbarerweise von einigen Autoren empfohlen wird, ist die, den ganzen Strassenkörper aus einem einzigen Gemenge in einer gleichmässigen Stärke von 30 cm zu bilden, und also nicht die Trennung in einzelne Schichten von ungleicher Beschaffenheit bei dem Baue vorzunehmen.

F) Die Operation des Walzens.*)

§ 72. Vorbemerkungen.

Welchen günstigen Einfluss das Walzen auf die Steinbahn ausübt, wie von der mehr oder minder sorgfältig vollzogenen Walzung die längere oder kürzere Dauer, die Kosten der Unterhaltung, die Ebenheit der Bahn u. s. w. abhängt, haben wir bereits im dritten Abschnitte und in den vorhergehenden Paragraphen zur Genüge hervorgehoben. Auch haben wir bereits die Constructionen der Hand-, Pferde- und Dampfwalzen, ihre Vortheile und Nachtheile, Kosten u. s. w. in den §§ 39—43 ausführlich besprochen, und schon bei den Steinschlagbahnen erzählt, dass man früher den in den Erdkasten eingebrachten Steinschlag der Einwirkung der Fuhrwerksräder überlassen hatte. Aber dieses „Festfahren" war nicht rationell; sehr viele Steinschlagstücke wurden dabei zerrieben und zerdrückt, die Strassenbahn dadurch stark verunreinigt und ihre Frostbeständigkeit

*) Wir wollen uns bei Besprechung der Walzoperationen nicht nur damit beschränken, eine ganz spezielle Instruction hier vorzuführen, was fast stets in Werken über Wegebau geschieht, sondern, um einseitige Ansichten und Vorschriften zu vermeiden, uns ganz allgemein halten, indem wir aus den vielen uns vorliegenden Instructionen, Abhandlungen, Berichten u. s. w. das Wissenswertheste und Zweckmässigste heraussuchen.

Digitized by Google

sehr beeinträchtigt. Aus diesen Gründen hat man seit etwa 40 Jahren in Frankreich und in Deutschland den Steinschlagbahnkörper mittelst Walzen comprimirt und grosse Erfolge damit errungen.

Heutzutage werden nicht allein alle Steinschlagbahnen und Grandbahnen, bevor sie dem Verkehre übergeben werden, gewalzt,*) sondern man dichtet auch mittelst Walzen die Pflasterbahnen, da die Erfahrung gelehrt hat, dass festgewalzte Pflasterbahnen sich besser halten als solche, deren einzelne Steine mit der Handramme in die Unterbettung fest hinein gestossen werden.

Bei der Operation des Walzens unterscheidet man demnach:

1) Das Walzen der Pflasterbahnen.
2) Das Walzen der neugebauten Steinschlagbahnen.
   A) Walzung des Unterbaues.
   B) Walzung des Oberbaues.
3) Das Walzen der alten, reparaturbedürftigen Chausseen.
   A) Walzung neuer Decken.
   B) Walzung der Steinbahn-Reparaturen.

§ 73. Allgemeine Vorschriften.

Eintheilung und Verwendung der Walzen.

Fast stets besitzt jede Bauverwaltung leichte und schwere, Pferde- oder Dampfwalzen, die zu verschiedenen Zwecken benutzt werden sollen. Bei der Wahl der betreffenden Walze sind verschiedene Umstände zu berücksichtigen und wird man vorzugsweise benutzen:

1) Die leichten Walzen:
   a) bei Neubaustrecken;
   b) bei einem zu dichtenden Steinschlagmaterial, das zu den weicheren Gesteinsarten gehört.
2) die schweren Walzen:
   a) bei Erneuerung der Steinschlagdecken (überhaupt bei Steinbahn-Reparaturen);
   b) bei einem zu dichtenden Steinschlagmaterial, welches eine grössere Festigkeit und Härte besitzt.

*) Eine Walzung wird nur dann unstatthaft sein, wenn die Strasse sehr starke Steigungen hat, oder wenn die Walzen nur aus sehr weiter Ferne beschafft werden können.

Digitized by Google

Ganz allgemein kann man sagen: leichte Walzen sind zu verwenden bei Steinschlag-Unterbauten, schwere Walzen bei Steinschlagdecken und für das Dichten von Pflasterbahnen. —

Sollte für das Comprimiren eines Unterbaues eine leichte Walze nicht aufzutreiben sein, so muss man das Gewicht der zur Disposition stehenden schweren Walze unter allen Umständen vermindern, was dadurch geschehen kann, dass man aus einer im Mantel belasteten Walze die Belastungsstücke entfernt. Statt dieser Entlastung einer schweren Walze, die doch meistens erhebliche Kosten verursachen muss, wird sich in den meisten Fällen das Herbeischaffen einer leichteren Walze selbst aus grösserer Entfernung als zweckmässiger und vortheilhafter herausstellen.*) —

Zum Dichten des Unterbaues wird man hauptsächlich die Pferdewalzen benutzen, weil diese stets geringere Schwere besitzen als die Dampfwalzen, deren Verwendung sich namentlich beim Walzen der Steinschlagdecken, der härteren Steinschlagmaterialien und der Steinbahn-Reparaturen, sowie der Pflasterbahnen empfehlen lassen möchte. Die Dampfwalzen haben vor den Pferdewalzen hauptsächlich folgende Vortheile:

1) der Betrieb der Dampfwalzen ist einfacher und billiger;

2) die Bahn wird nicht durch die Pferdehufe gelockert, nicht durch den Pferdekoth während der Walzoperation verunreinigt;

3) mit der Dampfwalze kann unter Umständen Tag und Nacht gearbeitet werden, sofern eben nicht technische Rücksichten dagegen sprechen, während die Pferdewalze nur während des Tages (und gewöhnlich nur 8—10 Stunden des Tages) Verwendung finden kann;

4) das Dichten der Strassenbahnen geht bedeutend schneller, weil hier keine Zeit für das Umspannen der Pferde verschwendet zu werden braucht.

Der einzige Nachtheil der Dampfwalzen gegenüber den Pferdewalzen ist nach Ansicht fast aller Ingenieure der, dass die allmälige Beschwerung der Walze nicht gleichmässig

*) Ausser den eigenen Ansichten des Verfassers dieses Werkes werden in Folgendem namentlich die Ansichten des Herrn Baurath v. Kaven, des Herrn Baurath Voigts in Hannover und andren Fachmännern vertreten sein.

Digitized by Google

vorgenommen werden kann, d. h. dass die Dampfwalzen für den Beginn des Walzverfahrens noch zu schwer sind und in ihrem Gewichte nicht genügend gesteigert werden können. (S. auch § 42 im dritten Abschnitte dieses Werkes.) —

Die Länge der im Zusammenhange zu walzenden Strecke wird am besten bei Pferdewalzen zwischen 400 und 800 m angenommen, um das zeitraubende Umspannen der Pferde zu vermeiden; bei Dampfwalzen schwankt dieselbe zwischen 200 und 500 m. —

Um schneller das Walzverfahren beendigen zu können, lässt man auf der zu dichtenden Strecke zwei oder sogar noch mehr Walzen hinter einander folgen. Bei Verwendung von Pferdewalzen hat man darauf zu achten, dass sich die Walzen beim Umspannen der Pferde nicht hinderlich im Wege stehen.

Ueber die Bespannung der Pferdewalzen, die Geschwindigkeit und Belastung derselben ist im § 41 bereits das Nöthige mitgetheilt; dennoch lassen wir hier die bezüglichen §§ 153—155 der Hannoverschen Vorschriften folgen. Sie lauten:

(§ 153.) Die Stärke der Bespannung ist so zu bestimmen, dass weder durch Verwendung einer zu grossen Pferdezahl unnöthige Kosten verursacht, noch die Pferde durch übermässige Anstrengung zur Verschiebung des zu walzenden Materiales gezwungen werden. Die Bespannung kann gegen den Schluss des Walzverfahrens geringer sein, als beim Beginn desselben. (In der Regel werden beim Beginn des Walzverfahrens 6 Pferde, zum Schluss nur 4 Pferde vorgespannt. Siehe § 75 dieses Werkes. — D. V.)

(§ 154.) Beim Beginne des Walzverfahrens ist keine Belastung der Walze vorzunehmen. Ist einige Consolidation eingetreten, so ist anfangs schwächer, allmälig stärker und schliesslich voll zu belasten. (Dies gilt auch für die Dampfwalzen. — D. V.)

(§ 155.) Die Geschwindigkeit der Pferdewalze soll so sein, wie es der richtige, natürliche Schritt der Zugthiere zulässt (denn die Wirkung der Walze wächst mit abnehmender Geschwindigkeit des Zuges). — —

Die Züge der Walze. § 156 derselben Instruction sagt: „Die Züge der Walze beginnen an der Seite der Steinbahn unter anfänglicher Schonung der Bord- oder Kantensteine. Der

Digitized by Google

erste Zug der Walze geht auf der ganzen Länge der zu bewalzenden Strecke an der einen Seite hin, an der andren Seite zurück; jeder folgende Zug verfolgt dieselbe Richtung, wie der erste, und deckt theils einen im letzten Zuge überwalzten, theils einen der Mitte näher liegenden Streifen der Bahn, bis die Walze die Mitte überfährt. Dann wird die Walzung wieder an den Seiten begonnen und in derselben Weise fortgesetzt. Von diesem Verfahren kann aus Rücksichten auf Herstellung des normalen Querprofiles und auf Gleichmässigkeit der Dichtung abgewichen werden."

Fig. 125.

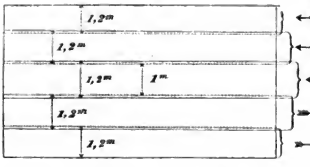


Fig. 125 zeigt die Richtung der Zuge einer 1,2 m langen Walze auf einer 5 m langen Steinschlagbahn.

Es darf mit der Walze jeder Punkt der Steinbahn nur in derselben Richtung getroffen werden. Jeder Punkt erhält im Allgemeinen 25—150 Walzübergänge je nach der Beschaffenheit des Materiales, der Stärke der Schüttung und andren Umständen.

Annässung.

Gegen das Ende hin wird beim Walzen die Steinschlagbahn angefeuchtet, wodurch die kleinen Steinchen nach unten geschwemmt und die Reibung der Steine an einander vergrössert wird. Durch die Annässung soll also die Wirkung der Walze gefördert werden; man hat aber dafür Sorge zu tragen, dass keine nachtheilige Erweichung des Untergrundes durch dieselbe eintritt, also das Annässen mit grosser Vorsicht zu betreiben. (S. die speciellen Vorschriften.)

Die nöthigen Arbeiter.

Sobald sich die Steine der Steinschlagbahn durch einen Fussgänger wesentlich nicht mehr bewegen, beginnt man mit dem Aufstreuen von Bindematerial. Bis zur Aufstreuung von Bindematerial braucht man bei den Pferdewalzen nur wenige Arbeiter und zwar gewöhnlich nur:

1 Arbeiter zum Lenken der Walze,
2—3 „ „ „ „ Zugthiere,
1—2 „ „ Aufsuchen der versprengten Steine.

Digitized by Google

Bei der Dampfwalze fallen die zum Lenken der Zugthiere nöthigen Arbeiter fort, so dass man hier im Allgemeinen mit 2—3 Arbeitern auskommen wird.

Das Bindematerial. § 158 der Hannov. Instruction lautet:

„Wenn das Gestein, der Härte oder der abgerundeten Form wegen, die zur Füllung der Zwischenräume erforderlichen Splitter unter der Walze nicht abgiebt, oder für sich nicht in Bindung tritt, so ist — sobald die unteren Lagen einigermassen befestigt sind, steiniges Füllmaterial allmälig und in geringen Mengen einzustreuen; es ist damit bis zur Füllung der oberen Schichten fortzufahren. (Das Füllmaterial fällt nämlich zuerst durch die oberen Schichten und füllt die Zwischenräume der unteren.)"

Das Bindematerial für die Steinschlagbahnen besteht zunächst aus den ausgesiebten Steinsplittern; diese werden in dünnen Lagen aufgestreut (s. § 75). Dann wird in geringen Mengen Kies von Flintenkugelgrösse, endlich ein feiner Kies von Erbsengrösse aufgeschüttet und dabei fortwährend gewalzt. Das Bindematerial wird in die Steinschlagbahn eingefegt, wobei die Besen der Quere nach über die Bahn bewegt werden müssen.*) — Hierzu sind in der Regel 8 Mann nöthig.

Auf etwa 50 laufende Meter geht 1 Streuung = 1 cbm Bindematerial. Das Abwalzen der Steinschlagdecke soll so lange am besten geschehen, bis 40—60 qm Bahnfläche höchstens noch 1 cbm Bindematerial aufzehren (s. § 75 B.).

Endlich werden die Schlaglöcher der Pferde (beim Dichten mit Pferdewalzen) durch Handarbeiter wieder zugeflickt, der Pferdedünger sorgfältig abgelesen, um einem Verschmieren der Strassenbahn vorzubeugen, und die Kantensteine nur einmal abgewalzt. Auf die fertig gewalzte Steinbahn werden Spursteine gelegt, welche das Fuhrwerk zwingen, in Schlangenlinien zu fahren, wodurch bei häufiger Verlegung der Spursteine das Einschneiden von Geleisen bei der noch nicht vollständig fertigen Bahn verhindert wird. —

Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, des Materiales, der Witterung zur Zeit der Walzoperation u. s. w. betragen die Walzungskosten der Steinschlagbahnen:

*) Durch das Hin- und Herbewegen der Besen wird leicht bewirkt, dass die bereits gelagerten Steine sich wieder lösen.

Digitized by Google

bei Verwendung von Pferdewalzen etwa 20—40 Pf. pro Quadratmeter Bahnfläche,

bei Verwendung von Dampfwalzen etwa 10—20 Pf. pro Quadratmeter Bahnfläche.

Nachdem wir so im Allgemeinen die Operation des Walzens besprochen haben, wollen wir hier nun zur Erörterung der speciellen Vorschriften übergehen.

§ 74. Das Walzen der Pflasterbahnen.

Die Pflasterbahnen, welche noch vor wenigen Jahren nur mittelst der Handramme gedichtet wurden, werden heutzutage auch gewalzt, und zwar werden alle kleineren Unebenheiten der Steinbahn und diejenigen Pflastersteine, welche sich etwas gehoben haben, am zweckmässigsten nach wie vor mit der Handramme ausgeglichen bez. gesenkt, dagegen werden alle grösseren Unebenheiten der Steinbahn mit der Walze beseitigt, weil dadurch grössere Erfolge als durch das Abrammen erzielt werden.

Zur Erreichung eines günstigen und nachhaltigen Erfolges ist nach v. Kaven (S. 321) und nach den „Techn. Anweis." (§§ 410—415) Folgendes zu beachten:

1) die Steinbahn ist möglichst gut zu reinigen, weil die Walze unter übrigens gleichen Umständen um so kräftiger wirkt, je unmittelbarer sie angreift. Man wird also von den mit der Ramme oder Walze zu bearbeitenden Strecken zuvor die Decke abzuziehen und rein abzufegen haben.

2) es sind möglichst schwere (Dampf-)Walzen (von mindestens 7500 kg Gewicht) anzuwenden, und die Walze ist thunlichst langsam zu bewegen. Auf der Strecke sind, wenn irgend möglich, zwei auf einander folgende Walzen zu verwenden. (S. auch § 83.)

3) bei grösseren Unebenheiten in der Bahn sind die sehr vertieften Stellen vor der Walzung umzupflastern, oder — falls solches nicht thunlich — mit Sand zu bedecken, dagegen die hervorstehenden Theile recht scharf bloszulegen. Sind einzelne kleine Stellen im Pflaster zu stark gehoben, gesenkt oder gänzlich zerstört, so sind diese vor der Walzung ebenfalls umzupflastern.

Digitized by Google

4) die Walzung ist in nasser Jahreszeit und am besten sofort nach Frostaufgang vorzunehmen, und die Walze zunächst auf solchen Abtheilungen anzuwenden, in denen sich nach Lage und Beschaffenheit der Untergrund am frühesten wieder befestigt.

5) das Walzen ist so lange fortzusetzen, bis die Steine nicht mehr merklich nachgeben.

(Hierbei möchten wir bemerken, dass im Allgemeinen jede Seite der Pflasterbahn (in der Weise, wie bei den Steinschlagbahnen angegeben) etwa sechsmal, die Mitte etwa viermal mit jeder Walze zu überfahren sein wird. Da nun zwei Walzen zur Verwendung kommen, so werden nach zwölfbez. achtmaligem Ueberfahren die Pflastersteine wol nicht mehr nachgeben.)

6) die Walze ist in der, für die Wiederherstellung des Querprofiles oder einer ebenen Oberfläche wirksamsten Weise zu führen, unter sorgfältiger Berücksichtigung der jeweiligen Verhältnisse.

7) wenn das normale oder doch nahezu normale Querprofil der Pflasterbahn wiederhergellt ist, soll dieselbe mit grobkörnigem Sande eingespült und überdeckt werden. —

Die Kosten pro laufenden Meter Fahrbahn für Reinigen der Pflasterbahn, Begleitung und Bespannung der Pferdewalzen, Wiederbedecken des Pflasters, Hin- und Rücktransport der Walze kann man bei Kostenanschlägen je nach der Beschaffenheit der Bahn, der Witterung mit 9—12 Pf. in Anrechnung bringen. Bei Verwendung von Dampfwalzen werden die Kosten pro laufenden Meter Fahrbahn etwa 5 Pf. betragen.

Zu diesen Kosten kommen noch die Kosten für das übliche Nachrammen der Pflasterbahnen. Dieses Nachrammen wird am besten mit 50 kg schweren, von vier Arbeitern geführten Rammen ausgeführt und kostet pro laufenden Meter 5—6 Pf.

Nach Söhlke wurden kurz vorher mit solchen Rammen nachgerammte Pflasterstrecken durch die Walze noch um 2—3 cm comprimirt, so dass sich also das Nachrammen bei jeder Pflasterbahn, wenn sie auch allein durch Walzen gedichtet wurde, dennoch sehr empfehlen lässt.

Digitized by Google

§ 75. Das Walzen der neugebauten Steinschlagbahnen.

A) Walzung des Unterbaues.

Zum Comprimiren des Steinschlagbahn-Unterbaues soll — wie wir im § 73 sahen — stets eine möglichst leichte Walze verwendet werden; man darf also aus diesem Grunde die Walze nicht belasten.

Die unbelastete Walze, welche nur ein Gewicht von 4000—5000 kg haben soll, ist bei der Walzung des Unterbaues während des ersten Drittels der Dauer des Walzverfahrens mit 6 Pferden, in den beiden letzten Dritteln mit 4 Pferden zu bespannen, wodurch eine Verminderung der Walzungskosten erzielt wird.

Nach Voigts*) soll die Walzung vorschriftsmässig nicht bis zur völligen Glättung der Oberfläche fortgesetzt werden. Wenn bei der Walzung — heisst es daselbst — erhebliche Verdrückungen im Unterbau nicht mehr vorkommen und sich die Steine soweit gelagert haben, dass selbst die Steine der oberen Schichten sich nicht mehr aus ihren Lagen herausnehmen lassen, ohne dagegen einigen Widerstand zu bieten, so ist die Walzung des Unterbaues als genügend anzusehen.

Besteht der Unterbau aus Grand, so ist eine genügende Lagerung des Materiales daran zu erkennen, dass dasselbe vor der übergehenden Walze sich nicht bemerkbar mehr verschiebt und dass zugleich eine erhebliche Milderung des Geräusches sich wahrnehmen lässt, welches die aneinander sich reibenden Steine verursachen.

Der Unterbau darf bei der Walzung nicht angefeuchtet werden, um eine schädliche Einweichung des Untergrundes zu vermeiden; vielmehr ist darauf zu halten, dass die Walzung des Unterbaues möglichst bei trockener Witterung geschieht, namentlich auf thonigem und lehmigem Boden.

Wenn bei dem Walzverfahren stellenweise Boden aus dem Untergrunde durch den Unterbau dringt, so sind die betreffenden

*) S. v. Kaven, Wegebau, S. 549.

Digitized by Google

Stellen des letzteren herauszunehmen, mit reinem Steinschlag wieder zu füllen und zu stampfen. —

Während des Walzens des Unterbaues darf kein Bindematerial aufgestreut werden, auch dürfen die Bord- oder Kantensteine nicht gewalzt werden. Ist der Untergrund der Steinbahn so weich, dass eine Verdrückung des Steinbahnkörpers durch die Walze sich befürchten lässt, so ist (nach § 150 der „Techn. Anw.") das Walzverfahren bis zu ausreichender Austrocknung auszusetzen. —

Beim Walzen des Unterbaues wird gewöhnlich nur eine Walze benutzt; will man aber zwei Walzen auf einander folgen lassen, so hat man die Walzen so zu wählen, dass sie in ihrem Gewicht keine erhebliche Differenz zeigen. — Jeder Punkt bedarf je nach der Beschaffenheit des Gesteins 10—30 Walzübergänge.

Zur Walzung des Unterbaues werden vorzugsweise Pferdewalzen verwendet; es betragen mit ihnen die Walzkosten des Steinschlagbahn-Unterbaues

bei einer 3 m breit. Fahrb. etwa 11 Pf. pro laufdn. Met.,
„ „ 3,5 „ „ „ „ 16 „ „ „ „
„ „ 4,0 „ „ „ „ 22 „ „ „ „
„ „ 4,5 „ „ „ „ 30 „ „ „ „
„ „ 5,0 „ „ „ „ 35 „ „ „ „
„ „ 5,5 „ „ „ „ 40 „ „ „ „
„ „ 6,0 „ „ „ „ 45 „ „ „ „

Auf ansteigender Strassenbahn nehmen diese Kosten etwas zu. Dies gilt für alle Walzoperationen! —

B) Walzung des Oberbaues oder der Decke.

Nachdem der Unterbau eine genügende Consolidation erhalten hat, wird die Steinschlagbahn vollständig eingebaut. Sie zeigt dann eine Ueberhöhung. Weil der lockere Steinschlag das $1^1/_2$fache des Volumens der gedichteten Steinschlagbahn hat, so muss man bei der Herstellung der Steinschlagbahn dieselbe am besten um $\frac{1}{50}$ überhöhen.

Bei der Walzung des Oberbaues werden zweckmässiger zwei Walzen aufeinanderfolgend verwendet. Man hat auch

Digitized by Google

hier die Walzen so auszuwählen, dass sie im Gewichte nicht erheblich voneinander differiren, weil (nach Voigts) die Wirkung der Walzen im Verschieben und Niederdrücken des Steinschlages zu verschiedenartig ist und deshalb die Wirkung der leichteren durch die Wirkung der schwereren Walze mehr oder weniger aufgehoben wird.

Beim Walzen des Steinschlag-Oberbaues soll. wie wir bereits im § 73 hervorhoben, die Walze ganz allmälig stärker belastet werden; nur auf diese Weise wird ein rascher Erfolg mit der Walzung erzielt. Es soll deshalb jede Walze so construirt sein, dass sie in möglichst grossem Umfange und möglichst leicht und schnell zu jeder Zeit belastet werden kann.

Die Walzen dürfen also beim Beginne der Walzoperation nicht zu schwer sein; es soll der Quadratcentimeter durch die Walze anfangs nur mit etwa 50 kg belastet werden. Gegen das Ende der Walzung muss das Gewicht der Walzen das Doppelte sein, die Belastung pro Quadratcentimeter also mindestens 100 kg betragen.

Von den Zügen der Walzen, ihrer zweckmässigsten Geschwindigkeit, ihrer Bespannung, von den beim Walzen nöthigen Arbeitskräften, der Länge der zu walzenden Strecken, dem Binde- oder Füllmateriale u. s. w. haben wir schon im § 73 die Vorschriften mitgetheilt. Dennoch wollen wir hier noch einige Sätze aus der „Speciellen Instruction“ des Herrn Baurath Voigts in Hannover zum Abdruck bringen, welche wichtige Vorschriften über das Füllmaterial und deren Verwendung enthalten.*) Sie lauten:

„Es kann angenommen werden, dass etwa nach Verlauf des dritten Theiles der ganzen Zeitdauer der Walzung die unteren Lagen des Oberbaues so weit befestigt sind, dass mit dem Einstreuen des Füllmateriales begonnen werden darf.

Das Füllmaterial darf im Quantum höchstens $^1/_6$ des zu dichtenden Steinschlages betragen und darf davon bei den aufeinander folgenden Einstreuungen jedes Mal höchstens $^1/_4$ verwendet werden, weil stärkere Einstreuungen von Füll-

*) S. v. Kaven, S. 551.

Digitized by Google

material leicht zur Folge haben, dass die Zwischenräume der oberen Schicht sofort verstopft werden und dann das Füllmaterial nicht in die unteren Schichten gelangen kann, und dass die grösseren Zwischenräume der oberen Schicht nicht mehr, wie es erforderlich ist, mit Steinschlag ausgefüllt werden können.

Das Ausfüllen der Zwischenräume der oberen Schicht mit Steinschlag (das sogenannte Ausfüttern) muss mit besonderer Sorgfalt geschehen.

Der geeignete Zeitpunkt zum Ausfüttern ist gekommen, wenn die unteren Lagen der Decke sich gelagert haben, also kurz vor Beginn und während des Einstreuens des Bindematerials.

Eine Hauptregel bei der Ausfütterung ist die, dass jeder Zwischenraum in der oberen Deckenschicht, in welchem noch ein Steinschlagkorn Platz findet, mit Steinschlag und nicht mit Steinsplittern oder Bindematerial ausgefüttert werden muss, um zu erzielen, dass die Steine der oberen Schicht gleichmässig dicht liegen und auf diese Weise die Decke überall möglichst gleichen Widerstand gegen die Abnutzung bietet, was natürlich sehr wichtig ist, weil eine gleichmässige Abnutzung durch gleichmässige Widerstände in der Bahn bedingt wird.

Zur Ausfütterung ist mindestens 0,009 cbm Steinschlag pro Quadratmeter Steinbahnfläche bei der Deckenschüttung zu reserviren."

Die betreffenden Paragraphen (§§ 159—162) der „Technischen Anweisungen" heissen:

(§ 159.) Ist das Walzverfahren so weit vorgeschritten, dass die obere Steinschlagbahn sich nicht mehr vor der Walze vorschiebt, so sind die Lücken in der Oberfläche der Bahn vollständig mit Steinschlag auszufüllen.

(§ 160.) Ist die Decklage vollständig gelagert, so wird zunächst das reservirte Steingrus und dann sonstiges Bindematerial gleichmässig auf der Bahn vertheilt, eingefegt und die Walzung bis zur vollständigen Dichtung der Bahn fortgesetzt.

(§ 161.) Ist durch das im vorhergehenden Paragraphen beschriebene Verfahren eine schützende Decke der Bahn nicht erreicht, und ist ein geeignetes Material (scharfer Kies oder Grand) mit verhältnissmässigem Aufwande zu erlangen, so wird der Bahn damit eine Decke von etwa 6 mm Stärke gegeben und diese mit der Walze überfahren.

Digitized by Google

(§ 162.) Nach Eröffnung der Steinschlagbahn für den Verkehr sind die durch herausgetriebene Steine entstandenen Lücken sofort mit Steinschlag auszufüllen und festzustampfen. Desgleichen sind aufgetriebene Stellen und Ränder niederzustampfen.

Hierauf wird die Steinschlagbahn in der Weise für den Verkehr eröffnet, wie wir am Schluss des § 73 beschrieben haben. —

Die Walzungskosten betragen mit der Pferdewalze:

a) bei einer Oberdecke aus Hartsteinen:

bei 3,0 m Fahrbahnbreite etwa 54 Pf. pro laufdn. Meter,
„ 3,5 „ „ „ 64 „ „ „ „
„ 4,0 „ „ „ 80 „ „ „ „
„ 4,5 „ „ „ 95 „ „ „ „
„ 5,0 „ „ „ 100 „ „ „ „
„ 5,5 „ „ „ 120 „ „ „ „
„ 6,0 „ „ „ 140 „ „ „ „

b) bei einer Oberdecke aus Kieselsteinen:
bei einer Fahrbahnbreite von 3—6 m etwa 45—110 Pf. pro laufenden Meter.

c) bei einer Oberdecke aus Kalksteinen:
bei einer Fahrbahnbreite von 3—6 m etwa 30—90 Pf. pro laufenden Meter.

Das Walzen mit der Dampfwalze ist ganz bedeutend billiger. (S. dritten Abschnitt § 43.)

§ 76. Das Walzen der alten, reparaturbedürftigen Chausseen.

A) Walzung neuer Decken.

Bei Herstellung von neuen Decken auf alten, reparaturbedürftigen Chausseen ist die Operation des Walzens im Wesentlichen dieselbe. Namentlich unterscheidet sie sich gar nicht von der bei Neubauten, wenn die Steinschlagdecke, welche aufgebracht werden soll, stärker als etwa 7,5 cm ist.

Nach Voigts ist bei schwächeren Decken (als etwa 7,5 cm) namentlich darauf ganz besonders Acht zu geben, dass die Steine beim Verbauen ordentlich aneinander geschoben werden (am besten geschieht dies mit dem Rücken der Schlammkratze oder der eisernen Harke), weil hierdurch die Lagerung der Steine bedeutend erleichtert und auch an den Kosten der Ausfütterung möglichst viel gespart wird.

Digitized by Google

Wie wir schon im § 73 bemerkten, so sind beim Walzen neuer Decklagen stets recht schwere Walzen zu benutzen, man wird deshalb hier mit Vortheil die Dampfwalze zur Verwendung bringen.

Die Art und Weise der Ausbesserung mit Hilfe von diesen Dampfwalzen besteht im Wesentlichen in Folgendem (siehe „Unterhaltung und Ausbesserung der Steinschlagbahnen" im § 86).

Hat man eine genügende Länge der Chaussee aufgerissen, so wird eine kleine Strecke von nur 30—50 m Länge mit einer 5—15 cm dicken Schotterlage bedeckt. Diese Lage muss so ausgebreitet werden, dass die Strassenmitte vielleicht 7,5 — 10 cm höher liegt, als die Seitenkanten der Strasse.

Hierauf wird mit der Dampfwalze 2 — 3 Mal darüber gefahren; dadurch werden die ebenen Oberflächen der Steinschlagstücke selbstverständlich nach oben zu liegen kommen. Nun bedeckt man das Ganze mit einer 2—3 cm starken scharfen Sand- oder Kiesschicht, besprengt dieselbe gehörig mit Wasser (am besten vermittelst eines Sprengwagens, weniger empfehlenswerth sind die zumeist benutzten Giesskannen), und fährt sodann nochmals mit der Dampfwalze so lange darüber, bis die Steinschlagdecke eine vollkommen feste und widerstandsfähige geworden ist. Wenn man darauf den überflüssigen Sand beseitigt, so ist die Neulegung beendet und eine ausgezeichnet dauerhafte Chaussee hergestellt. —

Auf diese Weise lässt sich in wenigen Stunden ein recht guter Erfolg erzielen.

„Das vorgeschriebene Anhauen der alten Bahn" — sagt Voigts — „vermindert nicht nur die leichte Verschiebbarkeit des Steinschlages unter der Walze, sondern es wird dadurch, wie leicht erklärlich, auch die nützliche Wirkung des Annässens (durch das natürlich hier keine nachtheilige Erweichung des Untergrundes eintreten kann) des Steinschlages und der Bahn möglichst erhöht."

Bei Verwendung von Dampfwalzen wird das Festwalzen von neuen Decken nur etwa 1 — 2 Pf. pro Quadratmeter Bahnfläche kosten! —

Digitized by Google

B) Walzung der Steinbahn-Reparaturen.

Auch hier müssen wir auf § 86 dieses Werkes verweisen, wo das Nöthige über Steinbahn-Reparaturen gesagt ist.

Was bei A) bemerkt wurde über schwache Decken, gilt auch hier, denn auch bei Reparaturen ist ganz besonders darauf zu achten, dass die verbauten Steine ordentlich aneinander geschoben werden, und nur sehr schwere (am besten Dampf-)Walzen verwendet werden.

Bei dem Walzen von Steinbahn-Reparaturen ist namentlich Folgendes nach Voigts zu beachten.

1) die Reparaturen, welche vorschriftsmässig zu nassen Zeiten, also gewöhnlich im Herbste und gegen das Frühjahr ausgeführt werden, wo sich die Steinschlagbahnen in einem eingeweichten Zustande befinden, sind sofort zu walzen.

2) bei diesem Walzverfahren wird nicht — wie beim Dichten der neuen Steinschlagbahnen — Bindematerial aufgebracht, weil:

a) dasselbe hier völlig überflüssig ist,

b) sogar schädlich wirkt, indem es das bei nassem Wetter ohnehin leicht vorkommende Aufwickeln der oberen Steinschlagstücke auf den Rädern der Fuhrwerke nur befördert.

Man kann bei Verwendung von Pferdewalzen nach v. Kaven für das Walzen pro Cubikmeter des in Flicken verbauten Reparatur-Materiales von Hartsteinen etwa 58,8 Pf. (rund 60 Pf.) rechnen.

III. Pflasterungen mit künstlichen Pflastersteinen.

§ 77. A) Die Klinkerbahnen.

Die Klinker werden aus leicht sinterndem Thone geformt, an der Luft getrocknet, hart gebrannt und müssen wenigstens in den äussersten Schichten verglast sein. „Sie sollen eine regelmässige Form haben", sagt v. Kaven,*) „nicht krumm noch windschief sein, keine Blasen und Risse zeigen, nicht eigentlich verglast, aber bis ins Innere hart ge-

*) Wegebau, S. 241.

Digitized by Google

backen sein; sie sollen — wenn sie auf der Hand liegend mit einem Hammer geschlagen werden — einen hellen Klang geben." Sie bestehen aus Klaithon (Farbe: gelblich) oder aus fettem Lehm, Lehm und Thon (Farbe: bläulich roth). Im Niederländischen bestehen sie aus 3 Theilen Klai und 1 Theil Sand, im Hannoverschen aus 3 Theilen Thon und 1 Theil Kieselerde. Diese letzteren Klinker sind den niederländischen vorzuziehen.

„Bei Untersuchung auf mechanischem Wege", sagt derselbe Autor, „werden durch Schlämmen Thon und Kieselerde getrennt. Wenn letztere nicht genügend vorhanden ist, so wird scharfer Sand hinzugesetzt. Eisenoxyd in geringer Beimischuug befördert die Verglasung der Klinker, grössere Beimischung bewirkt spröde, schlackenartige Verbindung, daher schädlich. Glimmerhaltiger Thon giebt gute Klinker, weil das Versintern von Thon und Kieselerde befördert wird. Schädlich ist die Beimischung von Kalk- und Feuersteinen, weil Blasen und Sprünge befördernd, daher wie alle übrigen Steine, die über Erbsengrösse sind, zu entfernen."

Die Abmessungen der Klinkersteine — (sie sind im Allgemeinen kleiner als die gewöhnlichen Ziegelsteine) — betragen gewöhnlich:

Höhe 11 cm, Länge 23 cm, Dicke $5^1/_4$ cm.

Ausnahmsweise kommen grössere oder kleinere Klinker vor, so dass die Länge zwischen 18 und 25 cm und die Dicke zwischen 4,5 und 5,5 cm schwankt. Hiernach erfordert 1 qm Pflasterung je nach dem Format 75—100 Stück Klinker unter Berücksichtigung des Bruches.

Eine ganz besondere Sorgfalt hat man beim Bau der Klinkerbahnen auf die Unterbettnng zu richten. Diese Sandunterbettung muss ganz besonders stark gedichtet sein, was durch Rammen oder besser durch Walzen unter Besprengung der Oberfläche mit Wasser geschehen muss.

Das so gedichtete Sandbett wird darauf durch eine mit einer eisernen Schneide armirte, stellbare und concave Schablone*)

*) Diese, zuerst von Launhardt construirten Schablonen (auch Sandhobel genannt) sind hölzerne Lehren, welche auf den Kanten- oder Bordsteinen der Länge nach von den Arbeitern an Stricken fortgezogen werden. Die Lehren bestehen aus Bohlen. Die Sandhobel müssen genügend schwer sein. Zu diesem Zwecke bildet der Querschnitt des Sandhobels einen Kasten,

Digitized by Google

genau nach der Wölbung abgeglichen, welche die Klinkerbahn demnächst besitzen soll. Diese Wölbung besteht auch hier aus einem Kreisbogen mit der Pfeilhöhe $f = \frac{1}{50} \sim f = \frac{1}{30}$ am besten.

Auf diese feste Sandunterbettung werden die Klinker lose aufgesetzt, so dass sie mit ihrer Oberfläche die richtige Wölbung bilden, ohne dass sich irgend welche Aenderungen der Unterbettungsfläche ergeben oder sich als nothwendig vorzunehmen herausstellen dürfen. Jede Auflockerung ist deshalb sorgfältig zu vermeiden, event. durch Abwalzen wieder zu beseitigen.

Die Stärke der Unterbettung darf nicht wie bei den Steinschlagbahnen in der Mitte grösser gewählt werden als an den Seiten, sondern muss hier unter der ganzen Strassenbreite die gleiche sein: Sie wird zu 30—40 cm angenommen. (S. S. 185 u. flgde.)

Beim Setzen der Klinkersteine auf diese Sandbettung kommt es ganz besonders auf einen möglichst dichten Fugenschluss an. Die Pflastersteine werden normal gegen die Achse der Strassenbahn gesetzt und zwar auf die schmale Längenseite, so dass die einzelnen Streifen 11 cm hoch und $5\frac{1}{4}$ cm dick sind. Mit dem Einsetzen in jeder Reihe ist von der Seite des höher liegenden Fussweges anzufangen.

In den „Techn. Anweisungen" §§ 132—137 heisst es:

(§ 132.) Die ersten Klinkerreihen sind nach einer concaven Schablone zu setzen. Beim Setzen der folgenden Reihen haben die Steinsetzer eine die Bahnoberfläche angebende, convexe Schablone hinter sich zu führen und den Steinen nach kleinen Richtscheiten, welche von der Schablone zu den fertigen Reihen, parallel zur Bahnachse, gelegt werden, die richtige Höhenstellung zu geben.

(§ 133.) Die Steine sind, namentlich in den Stossfugen, scharf zusammen zu setzen. Um möglichst dichtes Aneinander-

---

welcher mit Klinkern gefüllt ist (eine Füllung mit Sand ist nicht so empfehlenswerth). Die Kantensteine, auf denen die Sandhobel gleiten, werden mit einer gehobelten, hölzernen Latte bedeckt, damit ihre Oberfläche nicht zu rauh ist. Bei der Vornahme des Abgleichens der Unterbettung wird wol alle 2 m der Sand, welcher sich vor der Schablone aufgehäuft hat, zu beseitigen sein.

Digitized by Google

schliessen der Steine jeder einzelnen Reihe zu bewirken, werden die Reihen zunächst auf eine längere Strecke (ohne Sand dazwischen) eingesetzt, jedoch wird in jeder Reihe der letzte Stein zurückgelassen. Dann wird jede einzelne Reihe von der für den Schlussstein gebliebenen Oeffnung ab mit dem Hammer — unter Vorhalten eines Brettes — fest zusammen getrieben, jedoch ohne eine Hebung herbeizuführen. Hierauf wird der Schlussstein — (auch Passstück genannt — der Verf.) — eingesetzt. Dies Verfahren erstreckt sich nicht auf die zuletzt gesetzten 8—10 Reihen der in dieser Weise zu bearbeitenden Strecke. Diese werden erst beim Zusammentreiben der nächsten Strecke in vorgeschriebener Weise behandelt.

(§ 134.) Die besten, härtesten und am regelmässigsten geformten Klinker sind in diejenigen Breitentheile der Bahn zu bringen, welche vom Fuhrwerke vorzugsweise benutzt werden. Auf nicht sehr breiten Strassen werden nämlich die Streifen zu beiden Seiten der Mitte, im Abstande von 0,6 m bis 0,75 m von dieser, von den Rädern der Fuhrwerke besonders getroffen, weil auf schmalen Bahnen die Fuhrwerke sich vorzugsweise auf der Mitte halten.

(§ 135.) Sind auf Strecken von mindestens 24 m Länge die Steine eingesetzt, so werden die Fugen mittelst Brausen eingewässert und etwa hervorstehende Steine mit einer leichten, hölzernen Stampfe in die Bahnfläche gebracht, auch die zu tief liegenden Steine sorgfältig mittelst Schlüsseln ausgehoben und in die richtige Lage gesetzt. Dann wird reiner Sand in dünnen Lagen trocken überstreut, in die Fugen gefegt und während des Giessens mit stumpfen Besen so lange hin und her eingefegt, bis die Fugen vollständig zugefüllt sind.

(§ 136.) Um den Untergrund nicht zu sehr zu erweichen, ist das Einschwemmen nicht zu lange an ein und derselben Stelle fortzusetzen, sondern an mehreren Tagen nach einander zu wiederholen. Bei solchen Wiederholungen ist vor Aufbringen des Sandes die Bahn mit Wasser zu übergiessen und zu untersuchen, ob sich noch Fugen öffnen, welche dann ferner vollzuschwemmen sind.

(§ 137.) Sind alle Fugen geschlossen, so ist die Bahn mit einer Sandlage zunächst von 1,2 cm Stärke gleichmässig zu

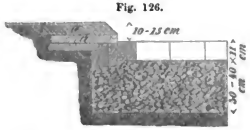
Digitized by Google

überdecken. Später muss die Stärke dieser Decke auf 0,6 cm ermässigt werden.*) —

Wir sehen also hieraus, dass die sehr sorgfältig zu setzenden Pflastersteine nicht abgerammt, sondern nur eingeschwemmt werden. —

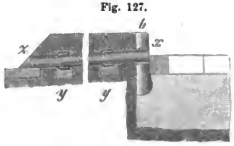
Die Sanddecke, welche aus sorgfältig gesiebtem, etwas thonhaltigem Kies, dessen Korn höchstens Linsengrösse haben soll, besteht, muss sorgfältig erhalten werden, weil sich die Erhaltung der ganzen Klinkerbahn stützt auf die stete Erhaltung der Sandbedeckung. Um ein Abwehen der Sanddecke oder ein Fortschwemmen dieser Deckschicht durch Wasser zu verhindern, empfiehlt es sich, die Klinkerbahnen mit Hochbordsteinen einzufassen (s. § 52). Solchen Hochbord soll man aber nur an einer Seite anbringen, weil sich sonst im Winter bei Schneefall unter Umständen starke Eisbildung auf der Strassenbahn zeigt. Diesen Hochbord bildet man auch wol aus Rasenstücken (Fig. 126), was aber nur in untergeordneteren Fälllen zu empfehlen ist.

Fig. 126.



Am besten bestehen die Borde aber aus natürlichen Bruchsteinen, welche eine Höhe von 20—25 cm und eine Dicke von 10—15 cm besitzen. (Fig. 127.) Man setzt dann neben dem Hochbord (*b*) stets eine oder zwei Läuferreihen (*x*) im guten Verbande. Diese Läuferreihen werden jede aus einer in der Längenrichtung der Strasse der Länge nach gestellten Klinkerreihe gebildet und haben den Zweck, den Druck auf das Bord besser zu vertheilen. (§ 125 der „Techn. Anw.“) Fig. 127.

Fig. 127.



*) In Holland legt man darauf Werth, diese Sanddecke wegen ihrer Wichtigkeit bedeutend stärker aufzubringen, und macht sie anfangs nicht weniger als 15 cm stark (!), hernach mindestens 5—7,5 cm stark. Diese sehr starke Decke ist aber unserer Ansicht nach für Klinkerbahnen grade nicht sehr empfehlenswerth. Ebenso unzweckmässig ist es aber auch, die Sanddecke ganz fehlen zu lassen, was bei uns in Norddeutschland einige Bauingenieure für besser erachten.

Digitized by Google

Nur wenn die natürlichen Steine fehlen und nur sehr schwer zu beschaffen sind, werden die Kanten- oder Bordsteine aus Klinkern gebildet und zwar (nach § 126 der Hannov. Instruction) auf folgende Weise. Die Borde aus Klinker bestehen aus drei auf die schmale Längenseite in gutem Verbande gesetzten Klinkerreihen, von denen die erste 3 cm*) tiefer steht als die nächst innere. Für die mittlere Reihe dürfen Bruchstücke von mindestens $\frac{1}{2}$ Steinlänge benutzt werden. Die Kopfsoden, aus welchen das erhöhte Bankett gebildet wird, bedecken die Bordsteine am Bankett. Die Sommerwegskante bedeckt die Borde neben dem Sommerweg. Die Kopfsoden (*a* in Fig. 126) stehen 10—15 cm über dem Pflaster. Je nach der Beschaffenheit dieser Soden und der Höhe des Bordes werden mehrere Soden (in der Figur z. B. sind zwei) übereinander gelegt. Es kommt darauf an, die Soden oder Rasenstücke in Vegetation zu halten, weil sonst das Bord verfallen würde.

Bei den Klinkerbahnen muss man hauptsächlich darauf achten, dass dieselben möglichst trocken liegen, damit nicht die Feuchtigkeit, welche in die Sandlage und in den Untergrund dringt, bei eintretendem Frostwetter für die Klinkerbahn gefährlich werden kann. Man hat deshalb für eine gründliche Entwässerung durch Drains, welche entweder durch die Fusswege (Fig. 127) gelegt werden oder im Planum liegen, zu sorgen. Die Drainröhren, welche bei horizontalem Längenprofile in Entfernungen von etwa 50 m liegen sollen, brauchen nur einen Querschnitt von 8—10 cm zu haben und, wenn sie unter den Fusswegen befindlich, nicht grade in Frosttiefe gelegen zu sein. „Einige Schwierigkeiten," sagt das „D. Bauhandbuch" S. 193, „bereitet die wasserdichte Einfügung der Rohrenden in den Bordstein (Fig. 127), die mit einem etwas elastischen Materiale, wie z. B. Asphalt oder Mastix (s. Asphaltpflasterungen), bewirkt werden muss, um beständig dicht zu

*) Im § 126 der „Technischen Anweisungen" ist dieses Maass zu $^1/_3$ Zoll (hannov.) vorgeschrieben. Aber dieses Maass (rund 1,2 cm) ist entschieden zu klein gewählt; es soll ja durch diese Lage der Klinker ein möglichst tiefes Eingreifen dieser Kantensteine herbeigeführt werden. Nimmt man das von uns vorgeschriebene Maass von 3 cm, so liegt die äusserste Läuferreihe 9 cm tiefer als die Klinkerbahn, was rationell ist. —

Digitized by Google

bleiben; auch die Rohrstösse erfordern in Bezug auf Dichtung und Lagerung grosse Sorgfalt (*y y*).“ Die Flüssigkeiten werden bei dieser Anordnungsweise durch die Wasserableitungsröhren dann in einen Seitengraben (*z*) geführt. —

Für den Wasserabfluss ist es erwünscht, die Klinkerbahn mit Steigungen anzulegen; der Glätte der Klinkerbahnen (zumal bei Frostwetter) wegen dürfen diese nur gering sein und höchstens 35 ‰ betragen. —

Hat die Klinkerbahn scharfe Krümmungen, so sind sogenannte Stromlagen oder Flechtgewebe in der Weise zu bilden (nach § 130 und § 131 der „Techn. Anw.“), dass zwei benachbarte Scharen unter einem Winkel von 45° gegen den Krümmungshalbmesser zusammenstossen. Da aber Klinkersteine zum Theil besonders mit dem Hammer hierzu bearbeitet werden müssen, so ist es empfehlenswerther, das Pflaster in starken Curven aus natürlichen Steinen herzustellen. (Fig. 128.)

Fig. 128.

(§ 131.) Pflasterstrecken aus natürlichen Steinen sind auch dort in entsprechender Länge einzulegen, wo unbestimmte Wege in die Klinkerbahn einmünden und ein Aufschleppen von fettem Boden durch Pflasterung der Auffahrten nicht hinreichend vermieden werden kann.

(§ 130.) In Ueberlaufsstellen oder frequenten Wegeübergängen sind ebenfalls (damit die Fuhrwerksräder möglichst normal zur Richtung der Hauptfugen über die Klinkerbahn rollen — d. Verf.) — Stromlagen und zwar so anzuordnen, dass zwei benachbarte Scharen (Stromschichten oder auch Keilstücke) unter einem Winkel von 45° gegen die Längenachse zusammenstossen.

Die Klinkerbahnen sind sehr geeignet für Strassen mit schwerem Verkehr, bieten glatte und ebene Strasenbahn, erfordern zumeist nur geringe Unterhaltung und eignen sich namentlich für geschützte, nicht allzu trockene aber auch nicht nasse Lagen. Sie haben jedoch bei Frostwetter eine sehr gefährliche Glätte, so dass sie nur da angelegt werden dürfen, wo es an natürlichen Pflastersteinen

Digitized by Google

fehlt. Sie sind deshalb vielfach in Holland, an der Nordsee, Holstein, Oldenburg, Hannover u. s. w. zur Ausführung gekommen.

§ 78. B) Pflasterung mit theergetränkten Ziegelsteinen.

In Amerika und zwar in San Franzisco wurden vor wenigen Jahren Pflasterungen mit theergetränkten Ziegelsteinen versuchsweise ausgeführt, welche einen recht guten Erfolg gehabt haben sollen. Die Herstellung solcher Pflasterungen kann auf folgende Weise geschehen.

Die Ziegelsteine werden in einer heissen Mischung von gleichen Theilen Steinkohlentheer und Steinkohlenpech getränkt und zwar müssen die Bestandtheile des Theeres säurefrei sein, weil durch etwa vorhandene Säuren die vielfach kalkhaltigen Ziegelsteine an Festigkeit verlieren. Aus diesem Grunde ist es erwünscht, solche Ziegelsteine bei dieser Pflasterung zu verwenden, die nicht Kalk enthalten und möglichst poröse*) sind. Auch soll man das Tränken der Ziegelsteine möglichst gleich nach dem Brande vornehmen und dieselben möglichst mit der Theermischung erkalten lassen.

Nach unserer Meinung ist aber das Tränken der Ziegelsteine mit künstlichem Asphalt d. h. mit dem Rückstand, welcher bei der Destillation des Steinkohlentheeres gewonnen wird, oder vielleicht auch mit natürlichem Asphalt d. h. mit dem durch Erhitzen flüssig gemachten Asphaltmastix (s. § 91 Asphaltbahnen) der Imprägnation mit rohem, gewöhnlichem Theer vorzuziehen.

Auf den mit Kies oder auch nur mit Asche geebneten Boden werden die imprägnirten Backsteine gewöhnlich flach**) dicht nebeneinander gelegt und die Fugen zumeist nur durch Ueberkehren von Sand oder besser mit Asphalt ausgefüllt. Bei

*) Bekanntlich kann man die Porösität am einfachsten durch ein Mischen der Thonmasse beim Schlämmen mit Kohlenstaub erzielen. Werden die Steine in dem Ofen gebrannt, so brennt auch der Kohlenstaub aus, der — wenn er von schwefelhaltiger Kohle herrührt — den in der Thonmasse befindlichen Kalk leicht in schwefelsauren Kalk verwandelt, welcher natürlich für obige Zwecke vollständig ungefährlich ist.

**) Sollten diese Pflasterungen etwa für Strassen oder Fabrikhöfe mit sehr schwerem Verkehre Verwendung finden, so dürften die Ziegelsteine jedenfalls besser hochkantig gestellt werden! —

Digitized by Google

ersterer Fugenfüllungsmethode ist darauf zu achten, dass die Fugen oben offen bleiben, was durch Kehren mit recht scharfen Besen leicht zu erreichen ist, weil die Ziegelsteine nach dem Versetzen mit flüssigem Theere überstrichen werden. (Auch hier halten wir das Ueberdecken der Ziegelsteine mit einer ganz dünnen, vielleicht 1 cm starken Lage aus natürlichem Asphalte für rationeller.) Schliesslich wird das ganze Pflaster mit einer 5—7,5 cm starken Sand- oder Kiesdecke überstreut, die aber zumeist schon nach wenigen Tagen, nachdem die Strasse dem Verkehre übergeben, fortgefegt werden kann. (Der Boden soll dann eine grau-schwarze Farbe haben und beim Begehen eine sich angenehm fühlbar machende Elasticität zeigen.) —

Eine solidere Strassenbau-Ausführung mit diesen theer- resp. asphaltgetränkten Ziegelsteinen beschreibt Herr Eugen Dieterich in Helfersberg bei Dresden*), wie folgt:

„Die guten Erfolge ermuthigten nun zu einem Versuch mit der (oben besprochenen) Strassenpflasterung. Es wurde zu dem Zweck im Fabrikhofe eine Stelle, über welche die vierspännigen Kohlenwagen (über 70 Centner Ladung) gehen mussten, ausgesucht und in der Weise gepflastert, dass auf ebenem Grund die asphaltirten Ziegel glatt gelegt, und die Zwischenräume mit Sand durch Ueberkehren (wie oben beschrieben) gefüllt wurden. Man strich nun diese Fläche mit der (schon oben erwähnten) Mischung von Theer und Asphalt, die hier als Bindemittel zu dienen hatte, und stellte hierauf auf die Schmalseite eine zweite Schicht Steine. Bei dieser liess man die Fugen nicht vorher mit Sand, sondern gleich mit obiger Masse ausgiessen, die ganze Fläche bestreichen und schliesslich mit nicht zu grobem Kies überwerfen. Jetzt nach zwei Jahren, während das angrenzende Steinpflaster wie Berg und Thal erscheint, zeigt das Probestück noch nicht die geringste Veränderung (? — der Verf.); es bildet eine ebene, gleichmässige, wie aus einem Stück gegossene Fläche, die nur die Conturen der Steine zeigt und höchstens den Nachtheil hat (der hiesige Fabrikhof bildet eine schiefe Ebene), dass die Pferde beim Ziehen von Lasten nicht

*) Siehe „Industrie-Blätter", 1879, S. 10. Uebrigens sei hier bemerkt, dass wir diesen Artikel auch sonst zu diesem Paragraphen benutzt haben.

Digitized by Google

so gut eingreifen können, wie bei Steinpflaster;*) wenigstens wurden hier Spuren des Ausgleitens der Hufeisengriffe bis zu einer Länge von 40 mm, immerhin aber nur vereinzelt, gefunden."

Diese Pflasterungen kosten pro Quadratmeter 6—8 M. Sie bieten eine dauerhafte, glatte, ebene und reinliche Bahn und überhaupt alle die Vortheile und Nachtheile, welche die soeben besprochenen Klinkerbahnen besitzen.

Empfehlenswerth können solche Pflasterungen nur in bedeckten Räumen z. B. in Ställen und Hallen und in geschützten Lagen wie beispielsweise auf Fabrikhöfen u. s. w. Verwendung finden; auf offenen städtischen Strassen werden sie sich wol kaum bewähren können, wenigstens den meisten der besseren Pflasterungssysteme in mancher Beziehung nachstehen.

§ 79. C) Pflasterungen mit künstlichen Pflastersteinen aus Hohofenschlacken.**)

Die Hohofenschlacken werden bekanntlich vielfach zu baulichen und auch andren Zwecken seit Jahren benutzt.***) Man verwendet sie z. B. zur Mörtelbereitung, indem man sie zu Mehl zermahlt und statt des Sandes in die Kalkauflösung schüttet, wodurch man Kalk erspart, denn diese Eisenschlacken gehen schneller als der Sand mit dem Kalke eine feste Verbindung ein. Hier ist also ein Schlackenzusatz zum Mörtel weit zweckmässiger als der Zusatz von Sand. Vermischt man das Schlackenmehl mit Kalk, so kann man auch recht gute Ziegelsteine formen und pressen, welche sich bei fleissiger Anfeuchtung schneller erhärten,

*) Dies lässt sich unsrer unmassgeblichen Meinung nach am besten durch eine Abstumpfung der Kanten der Ziegelsteine vermeiden. Das von andrer Seite vorgeschlagene Riefen der Oberfläche ist nicht so gut. Die Riefen oder Rillen haben sich bisher nicht so bewährt, als man vorausgesetzt hatte. So haben auch beispielsweise die gerieften Asphaltbahnen bis jetzt noch nicht den ganz sicher erwarteten Erfolg gehabt. (S. hierzu den § 100.) —

**) Wurde von dem Verfasser bereits in „Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen" (1878, S. 509) veröffentlicht.

***) Siehe Lürmann: „Ueber die Verwendung der Hohofenschlacken". Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Band XIII, 1867. — Ferner: „Ueber die Verwerthung der Hohofenschlacken zu baulichen Zwecken". Zeitschr. des Vereins deutsch. Ing., Band XII, 1868. — u. A.

Digitized by Google

eine grössere Festigkeit als die gewöhnlichen Mauersteine besitzen und leichter als diese sind. Die granulirten Hohofenschlacken brauchen auch weniger Mörtel, sie sehen sehr gut aus und, da sie der Witterung vollständig widerstehen, so werden sie gern bei Gewölbemauerungen, ja selbst zu ganzen Wohnhäusern benutzt, weil diese dann bei Weitem trockner bleiben. Schliesslich giebt auch die Eisenschlacke einen ganz vortrefflichen Untergrund für Strassenpflasterungen und wird auch oftmals als Kies für Eisenbahnen und Wege und als Auflockerungsmittel für schweren Boden benutzt. (S. § 67.)

Recht gut hat sich aber auch noch die Hohofenschlacke als Pflasterungsmaterial bewährt; deswegen sei es uns gestattet, in Folgendem ein Eisenschlackenpflaster, über das wol noch nichts Ausführliches in technischen Werken veröffentlicht sein möchte, näher zu besprechen.

In Altona hat der Herr Stadtbaumeister Winkler schon seit Jahren die Hohofenschlacke zu Trottoiren verwendet, für welche allein die Eisenschlacke sich wol eignen wird; wenigstens ist uns nicht bekannt, dass dieselbe jemals zu Strassendämmen benutzt worden.

Die Altonaer Pflastersteine bestehen aus zerkleinerten Schlacken mit Lehm oder Thon als Bindemittel, welche gepresst und bis zur Verglasung gebrannt werden. Die hier gebrauchten ganzen Steine messen 31 cm in der Länge, 15 cm in der Breite und 6 cm in der Stärke. Die Gossensteine haben dieselben Dimensionen und besitzen auf der Oberfläche 25 mm tiefe und 90 mm breite Rinnen.

Die Pflastersteine, welche man auch unter dem Namen „iron bricks“ kennt, werden in einem nur 8 cm hohen Sandbett verlegt, mit einer gewöhnlichen Holzramme festgestampft und demnächst die Fugen mit Sand und Wasser vollgeschlemmt, so dass also die Herstellungsweise eine leichte und auch schnelle genannt werden kann.

Die Vorzüge dieser Trottoirpflasterung sind gegenüber dem Plattenbelag (Sandstein- oder Granitplatten), der wol am meisten in unseren Städten Verwendung findet, von einiger Bedeutung, denn:

1) laufen sich die iron bricks nicht hohl, wie die Sandsteinplatten;

Digitized by Google

2) laufen sie sich nicht glatt, wie die Granitplatten;
3) gewähren sie dem Fusse auch bei Witterungsverhältnissen, wo andere Pflaster schlüpfrig werden, einen ganz sicheren Auftritt;
4) lassen sie sich leicht aufnehmen und ebenso leicht wieder verlegen, ohne dass sie irgendwie beschädigt werden, was bei den vielen Aufgrabungen für Gas-, Wasser- und Siellleitungen von Wichtigkeit ist.

Die Preise der iron bricks variiren je nach Conjunctur und Concurrenz zwischen 225 und 280 M. pro Tausend Stück. Die halben Steine, welche des Verbandes wegen verbraucht werden, sind im Verhältniss etwas theurer. Die Gossensteine kosteten vor drei Jahren (1877) 355 M. pro Tausend Stück und sind in diesem Jahre bis auf 275 M. im Preise herabgesunken, so dass also durchschnittlich für 1000 Stück Gossensteine 300 M. zu bezahlen sein werden.

Zu diesem Preise kommen noch die Kosten für das Löschen, Verladen und Transportiren nach dem Lagerplatz, welche man für 1000 Stück mit 15 M. anschlagen kann.

Augenblicklich kostet in der Stadt Altona der Quadratmeter Trottoirbelag 6 M., und kann man durchschnittlich 6—7 M. pro Quadratmeter für das Material annehmen. Der Arbeitslohn, der Sand und der Transport nach dem Arbeitsplatz ist mit 1,80 und 2 M. je nach der Localität pro Quadratmeter Pflaster zu rechnen.

Da dieses Trottoir billig, reinlich und dauerhaft ist, so möchte eine weitere Verbreitung desselben ganz angemessen erscheinen. —

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die granulirte Hohofenschlacke mit Vortheil als Unterlage für Strassenpflasterungen benutzt worden, wie schon eingangs erwähnt wurde, denn z. B. ist auf der Georgs-Marien-Hütte bei Osnabrück ein Ziegelpflaster von etwa 5000 Quadratfuss mit diesem Materiale ausgeführt, welches sich in jeder Beziehung gut bewährt hat. Beispielsweise konnte man, als man nach etwa $^3/_4$ Jahren einen Theil dieses Pflasters tiefer legen musste, mehrere Quadratfuss grosse Stücke zusammen ausheben, so sehr hatten sich die Hohofenschlacken zusammengefrittet. (S. § 67.)

Digitized by Google

§ 80. D) Pflasterungen mit patentirten künstlichen Pflastersteinen von E. Braun.

Wir sahen wiederholt, dass man sich die allergrösste Mühe gab, ein möglichst widerstandsfähiges Pflaster zu bauen und durch sorgfältiges Walzen eine vollkommen homogene Steindecke zu erhalten, welche den Strassenuntergrund in gleichmässiger Weise presste. Da man aber im Grossen und Ganzen ein vollkommen homogenes Pflaster aus natürlichem Steinmateriale nicht erreichen konnte, so kam man auf den Gedanken, künstliche Pflastersteine zu fabriziren, zu denen allerdings auch die Klinker- und Hohofenschlackensteine gerechnet werden müssen. Allein in der allerneuesten Zeit begnügt man sich nicht mehr mit diesen beiden nur, sondern fabrizirt auch noch eine dritte Art, deren Form und Beschaffenheit sehr ausführlich der Königl. Bau- und Maschineninspector E. Braun in Saarbrücken in seiner Abhandlung: „Die deutsche Keramik und das Strassenpflaster unserer grossen Städte" beschreibt.*) In dieser Schrift heisst es etwa folgendermassen.**)

Die Anforderungen, welche man an künstliche Steine zu stellen hat, sind folgende:

1) die von den Rädern berührte Oberfläche muss granithart, dabei aber nicht spröde sein.

2) die Oberfläche darf wegen ihrer grossen Härte und Ebenheit nicht breiter sein als 9—10 cm von Fuge zu Fuge.

3) die Fugen durch die ganze Dicke der Steinbahn dürfen nur Minimalfugen sein, müssen aber an der Oberfläche der Steine von 40 mm und eine entsprechende Tiefe haben, damit die Pferde, gleichviel ob sie englischen oder deutschen Hufbeschlag haben, in die Fugen fest eingreifen können.

4) die Steine müssen von gleicher Form und Grösse sein.

5) die Oberflächen und die Unterflächen der Steine müssen beide rechts sein, damit die Steine umgelegt werden können.

6) die Steine dürfen nicht allzu schwer sein.

7) die Steine sollen billiger sein als die bisher verwendeten.

---

*) Verlag von Knapp in Leipzig. 1877.

**) Wir können hier selbstverständlich nur einen kurzen Auszug geben.

Digitized by Google

8) die Steine sollen im Pflaster, wenn möglich, eine angenehme Färbung zeigen.

Ein Strassenpflaster aus solchen künstlichen Steinen wird sein: eben, homogen, widerstandsfähig und — was recht bedeutend ins Gewicht fällt, billiger als das bisher gebräuchliche.

Denn die Kosten des Dammpflasters mit diesen durch Reichspatent geschützten Kunststeinen sind folgende:

A) Herstellung.

Profiliren, Einebnen und Feststampfen des Planums pro Quadratmeter	— M. 50 Pf.
60 Stück Pflastersteine anzuliefern à 0,20 M. .	12 „ — „
0,15 cm Pflastersand zum ersten Verlegen anzuliefern à 5 M.	— „ 75 „
Pflasterarbeitslohn pro Quadratmeter	1 „ — „
Für Annässen von einem Quadratmeter Pflaster	— „ 15 „
Für dreimaliges Abwalzen pro Quadratmeter .	— „ 20 „
Summa:	14 M. 60 Pf.

Da diese künstlichen Steine, sobald sie sich abgenutzt und auf der einen Seite unbrauchbar geworden sind, sich umlegen lassen und also doppelt benutzt werden können, so müssen wir auch die Kosten dieser Umpflasterung näher ins Auge fassen; sie betragen:

B) Umpflasterung.

Aufbrechen des Pflasters und Sortiren der Steine pro Quadratmeter	— M. 50 Pf.
Herstellen des Planums wie vor. pro Quadratmeter	— „ 50 „
Ergänzung an neuem Steinmaterial 10 % pro Quadratmeter	1 „ 20 „
An Sand	— „ 50 „
An Arbeitslohn wie vor.	1 „ 10 „
Nässen wie vor.	— „ 15 „
Abwalzen wie vor.	— „ 20 „
Summa:	4 M. 15 Pf.

Bei Verwendung dieser künstlichen Pflastersteine hat das umgelegte Pflaster durchaus denselben Werth wie das neugelegte Pflaster und man rechnet in Folge dessen nur richtig, wenn man

Digitized by Google

aus vorberechneten beiden Endsummen das arithmetische Mittel nimmt und sagt:

Der Quadratmeter Pflaster aus künstlichen Pflastersteinen von ungleich längerer Dauer als das jetzt übliche Pflaster kostet:

$$\frac{14{,}60 + 4{,}15}{2} = \frac{18{,}75}{2} = 9{,}37 \text{ oder rund } 10 \text{ Mark.}$$

Die Kosten des Trottoirpflasters sind folgende:

A) Herstellung.

Profiliren, Einebnen und Feststampfen des Planums	— M.	50 Pf.
25 Stück Trottoirsteine à 0,20 M. = à Quadratmeter	5 „	— „
0,10 cm Pflastersand à 5 M.	— „	50 „
Pflasterarbeitslohn pro Quadratmeter	— „	75 „
Für Annässen pro Quadratmeter	— „	10 „
Für dreimaliges Abwalzen mit der Handwalze .	— „	15 „
Also pro Quadratmeter Trottoirbelag:	7 M.	— Pf.

B) Umpflasterung.

Aufbrechen des Pflasters, Sortiren der Steine und Herstellen des Planums	— M.	50 Pf.
Ergänzung an neuem Steinmaterial 10 % . .	— „	50 „
An Pflastersand	— „	50 „
An Arbeitslohn wie vor.	— „	75 „
Nässen und Abwalzen wie vor.	— „	25 „
Also pro Quadratmeter Umpflasterung	2 M.	50 Pf.

Da bei Verwendung dieser Trottoirsteine der umgelegte Belag durchaus denselben Werth hat wie der neue, so stellt sich der Quadratmeter Trottoirbelag auf:

$$\frac{7{,}00 + 2{,}50}{2} = \frac{9{,}50}{2} = 4{,}75 = \text{rund } 5 \text{ Mark.}$$

Diese künstlichen Pflastersteine sind keilförmig, unter sich von gleicher Grösse und haben folgende Dimensionen:

Die Dammpflastersteine sind 18—20 cm hoch, 9—10 cm breit, ihre grössere Oberfläche ist 18—20 cm lang, ihre kleinere Oberfläche ist 9—10 cm lang.

Digitized by Google

Die Trottoirsteine sind 8—10 cm hoch, 16—20 cm lang und 16—20 cm breit.

Jeder Pflasterstein besteht gewöhnlich aus drei Schichten. Für jede Schicht werden mit einer einfachen Kuchenpresse die Thon- resp. Masseschichten vorgepresst und diese drei Kuchen mit gehöriger Aufeinanderfolge in die Keilform einer Presse mit Handbetrieb gelegt. Die fertig gepressten Steine werden auf Gerüsten getrocknet und dann im Porzellanofen hart gebrannt.

Die erste Ober- resp. Unterflächenschicht besteht gewöhnlich aus einem Gemenge von

Thon (Steinzeug oder Klinkerthon),
Kies (gemahlener Quarzfels oder Melaphyr),
Flussmittel (feingemahlene Silikate, wie: Feldspath, Grünsteine, Tuffe u. s. w.).

Die Zwischenkörperschicht besteht aus einem Gemenge von:

ordinärem Ziegelthon,
scharf und grobkörnigem Quarzsand,
Chamotte,
Koke oder Steinkohlengries.

Die zweite Schicht muss erheblich feuerbeständiger sein; hiernach sind die Massen zusammenzusetzen.

Das Aneinanderschmelzen der verschiedenen Massenschichten geschieht durch etwa 5 mm starke Verbindungsplättchen, welche aus Thon, Hohofenschlacke, Cement, schwefelsaurem Natron u. s. w. bestehen.

Jeder Stein hat einen Cubikinhalt von etwa 3000 cbcm und wiegt ungefähr 5 kg.

Die Herstellung des Strassenpflasters ist folgende:

1) Das Dammpflaster. Die Bordsteine, welche am zweckentsprechendsten zugleich Bordsteine des Trottoires sind, werden, wie bei jedem Pflaster, zunächst nach Höhe und Richtung festgelegt. Ist dies geschehen, dann wird der Erdkörper des Dammes nach Schablone eingeebnet und dabei etwaige Löcher und Vertiefungen ausgefüllt und mit der Handramme festgerammt. Auf diesem genau profilirten Erdkörper werden die Pflastersteine in Sandbettung so dicht aneinander gefügt, dass ihre Minimalfugen von Sand möglichst frei bleiben.

Während der ganzen Dauer der Pflasterarbeit wird die

Digitized by Google

eiserne Schablone für das Querprofil der Steindecke von dem Arbeiter auf dem Pflaster immer nachgerückt, damit sie stets so dicht vor ihm steht, dass er die Oberflächen der Steine an die Profilkante der Schablone anlegen und danach die Steine mit Sand unterstopfen kann.

Am gleichmässigsten wird die Pflasterarbeit ausfallen, wenn die Arbeitercolonne in einer schrägen Front arbeitet. Es wird dann der eine Polier als Flügelmann eine jede Pflasterbahn mit einem Rinnstein und einer langen Kopfsteinfläche anfangen und der andre Polier, am besten ein Steinmetz, dieselbe Pflasterbahn mit einer langen Kopfsteinfläche schliessen und zwar gegen den bezüglichen Rinnstein, welchen er zum Anschluss an den Bordstein passrecht zuhaut.

Sind die Pflastersteine vorschriftsmässig verlegt, dann wird die Steindecke angesandet, mit dem Strassensprengwagen tüchtig angenässt, schliesslich mit der Strassenwalze dreimal — von den Borden nach der Mitte zu abgewalzt.

2) Das Trottoirpflaster. Sind die Bordsteine ordnungsmässig verlegt, so werden auf das sorgfältig eingeebnete und durch energisches Feststampfen comprimirte Planum die Trottoirsteine von den Arbeitern in gleicher Weise wie Ziegelsteinpflaster auf flacher Seite in einem etwa 5 cm starken Sandbett, mit Gefälle nach dem Bord, an einander gereiht. Nach dem Verlegen wird das Pflaster stark genässt und dann mit einer möglichst schweren Handwalze festgewalzt. — —

Da dieses Pflaster aus künstlichen Steinen die Vortheile hat, dass es

1) eine homogene, widerstandsfähige Steindecke bildet,
2) fast wasserundurchlässig ist,
3) sich leicht herstellen lässt,
4) eine ziemlich lange Dauer hat, weil es auf beiden Seiten benutzt werden kann, und
5) billig ist,

so möchte man dasselbe allerdings nicht unbeachtet lassen.

§ 81. E) Trottoirpflaster aus quadratischen gerieften Thonfliessen (Mosaikpflaster).

Von allen künstlichen Pflastersteinen haben sich die Pflastersteine und Trottoirplatten aus der Mett-

Digitized by Google

lacher Mosaikfabrik*) so ausgezeichnet in jeder Beziehung bewährt, dass sie in fast allen grösseren Städten Deutschlands zur Verwendung gekommen sind.

Diese Mosaikpflasterungen, wie sie überall kurz genannt werden, werden vorzugsweise nur bei Trottoiranlagen (sodann bei Durchfahrten, Schlachthäusern, Ställen, Höfen u. s. w.) ausgeführt und haben nur ausnahmsweise, wie wir weiter unten noch sehen werden, bei Strassenfahrbahnen Verwendung gefunden.

Die Mosaikplatten für Trottoiranlagen,**) deren verschiedene Formen die später folgenden Figuren zeigen, sind in hart gebrannter Thonmasse so hart und dauerhaft hergestellt, dass sie Funken am Stahl geben und jeder Witterung widerstehen. Dies beweist die uns vorliegende Urkunde der „Prüfungsanstalt für Baumaterialien an der königlichen Gewerbeakademie in Berlin“ (unter dem Dirigenten, Herrn Dr. Böhme), welche vom 21. — 25. Januar des Jahres 1879 „Prüfungen auf Gleichmässigkeit der Cohäsion und Wetterbeständigkeit“ mit diesen Thonfliessen vorgenommen hatte. In dieser Urkunde heisst es wörtlich:

„a) behufs Untersuchung der Cohäsionsbeschaffenheit wurden 10 Stück Platten von 5 mm Dicke und $15{,}1 \times 15{,}1 = 228$ qcm Fläche hergestellt. Dieselben zeigten sowol in der Oberfläche als auch nach ausgeführtem Zerbrechen in den Bruchflächen ein durchaus scharfkörniges und äusserst gleichmässiges Gefüge.

---

*) Dieser Paragraph ist mit Benutzung verschiedener Aufsätze, Berichte, Notizen u. s. w. verfasst, welche dem Verfasser auf seinen Wunsch von der allbekannten Mettlacher Mosaikfabrik von Villeroy & Boch, sowie auch von der Thonwaarenfabrik von Tellenberg & Co. in Merzig an der Saar freundlichst zur Verfügung gestellt wurden. Von letzterer Firma rühren die folgenden Illustrationen und die Kostentabellen her.

**) In letzter Zeit werden unter dem Namen „Mettlacher Platten“ die verschiedenartigsten Bodenbeleg-Platten in den Handel gebracht, welche mit den ausschliesslich seit 1852 in Mettlach fabrizirten und allgemein bekannten Mosaikplatten keinerlei Gemeinschaft haben.

Zur Vermeidung von Verwechslungen machen wir unsere geschätzten Leser besonders darauf aufmerksam, dass die Mettlacher Platten auf der Rückseite stets den Namen der Fabrikanten: „Villeroy & Boch Mettlach“ tragen.

Digitized by Google

b) zur Untersuchung der Wetterbeständigkeit (auch Frostbeständigkeit) des Materiales wurden die sub a) genannten 5 mm dicken Platten auf 12 Stunden in kochendes Wasser gelegt; die Trottoirplatten blieben bei dieser Operation vollständig intact und das Wasser ganz klar, was als ein durchaus günstiges Resultat zu bezeichnen ist."

Hieraus geht also zur Genüge hervor, dass die Mosaikplatten sich in Bezug auf Dauer ganz ausgezeichnet zum Belegen der Trottoire eignen!

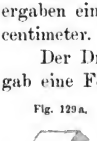
Wir wollen aber auch sehen, wie es mit der Verwendung der Mosaikplatten zur Pflasterung von Strassendämmen steht, da uns grade diese Verwendung hier ganz besonders interessiren muss.

Die Pflastersteine zu Strassenfahrbahnen lassen auch nichts an Dauer und Festigkeit zu wünschen übrig: wenigstens haben die in obengenannter Prüfungsanstalt mit den in Berlin zu Fahrdämmen benutzten Pflastersteinen gemachten Versuche recht günstige Resultate ergeben. In der uns vorliegenden Urkunde heisst es u. A.:

„Die Druckversuche normal zur Lagerfläche ergaben eine Druckfestigkeit im Mittel von **1332** kg pro Quadratcentimeter.

Der Druck parallel der Lagerfläche (auf die Hochkante) ergab eine Festigkeit von **890** kg pro Quadratcentimenter.

Fig. 129a.

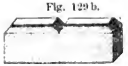


a

Vollständig mit Wasser gesättigte Körper zeigten im Mittel eine Druckfestigkeit (normal zur Lagerfläche) von **1270** kg pro Quadratcentimeter. Die Wasseraufnahme betrug 0,4 %.

Die Bruchfestigkeit der langen, schmalen, Fig. 129 b abgebildeten Stücke beträgt **255** kg pro Quadratcentimeter u. s. w." —

Fig. 129 b.



b

Aber trotzdem sind die Pflastersteine aus der Mettlacher Mosaikfabrik, wie wir schon eingangs bemerkten, bisher nur probeweise zur Pflasterung von Strassendämmen benutzt worden und zwar zweimal in Berlin. Dort hat man die beiden Formen (Fig 129 a und b) verwendet, von denen sich die erstere als ungeeignet insofern herausgestellt hat, als die Ruppen der Steine dem Angriffe der Räder und Pferdehufe nicht widerstanden und sich

Digitized by Google

absplitterten, während sich die zweite Pflastersteinform ganz gut gehalten hat und somit auch empfohlen werden kann.

Als Unterlage zu diesen Pflasterungsversuchen hat man in Berlin eine Rollschicht Klinker in Cement auf festgestampfter Kieslage benutzt; doch hätte auch sicherlich eine starke Kiesunterbettung vollständig genügt.

Die Pflastersteine selbst waren in Berlin ebenfalls in Cementmörtel versetzt, und haben sich bei diesem Pflaster nirgends Senkungen gezeigt. — —

Was nun die Ausführung der Mosaikpflasterungen anlangt, so ist auf das Verlegen der Platten grosse Sorgfalt zu verwenden, denn das Aussehen und die Dauer eines Mosaikbelages sind wesentlich durch das Legen bedingt. Hierbei muss aber bemerkt werden, dass die mit bunten Zeichnungen versehenen Mosaikplatten viel sorgfältiger beim Verlegen behandelt werden müssen als die einfarbigen Trottoirplatten und Pflastersteine; bei letzteren geht die Arbeit viel schneller vor sich und wird daher auch billiger.

Wie bei jeder andren Pflasterung kommt es auch hierbei namentlich auf die Unterlage an. Sie muss eben und wagerecht sein, muss für Böden, welche der Witterung oder grosser Feuchtigkeit ausgesetzt sind, aus einer in Kalkmörtel verlegten Sandstein- oder Backsteinflachschichte hergestellt werden.

Das Verlegen der Trottoirplatten darf niemals bei Frostwetter geschehen. Zu diesem Verlegen auf die Unterlage dient Kalk-, Cement- oder auch Trassmörtel in einer Höhe von etwa 10 cm. Dieser Mörtel wird erst unmittelbar vor dem Verlegen aufgetragen und zwar stets nur soviel, als zum Binden jeder einzelnen Platte grade nöthig ist. Wollte man für eine grössere Anzahl Platten gleichzeitig den Mörtel ausbreiten, so würde derselbe erhärten, ehe die Platten aufgelegt wären; die Festigkeit des Belages würde darunter leiden.

Bei nicht genau rechtwinkligen Flächen, wie sie bei gekrümmten Strassen sehr wol vorkommen können, hat man dafür zu sorgen, dass die Abweichung von der regelmässigen Rechteckgestalt weniger störend und auffällig wirkt. Man gibt alsdann die längere Mittelachse durch eine straff gespannte Schnur an, legt dieser parallel durch die Mitte eine erste, senkrecht dazu eine zweite Plattenreihe ohne Mörtel lose auf. Sind keine Verschiebungen mehr erforderlich, so werden beide Reihen festgelegt,

Digitized by Google

und zwar vorerst die Endplatten und die Mittel- oder Kreuzungsplatten beider Reihen. Auf das, schon vorher in die zum Abfluss des Meteorwassers richtige Neigung gebrachte Niveau werden die Trottoirplatten durch schwaches Klopfen mit dem Hammer festgetrieben. Damit sich nun hierbei kein Wasser aus dem Mörtel ausscheidet, darf letzterer nicht zu dünn, muss aber gut durchgearbeitet sein.

Die beiden fertigen Mittelreihen geben für alle übrigen Reihen die Richtung an.

Nachdem eine grössere Fläche (bis zu etwa 20 qm) gelegt ist, werden die Fugen von Sand und Staub gereinigt und dann mit Cementmilch ausgegossen, indem man diese mit einem Besen über die ganze Fläche ausbreitet und in die Fugen einkehrt. Damit sich alle Fugen schliessen, muss dieses Verfahren nach einiger Zeit wiederholt werden.

Hierauf reinigt man, noch ehe der über die Trottoirplatten gegossene Cement erhärtet — weil er nachher kaum zu entfernen ist — mittelst aufgestreuten Sandes und eines kräftigen Besens den Boden, achtet aber darauf, dass man die Fugen schont.

Diese grosse Sorgfalt beim Ausgiessen der Fugen und Reinigen des Pflasters ist bei einfarbigen Thonfliessen nicht bedingt.

Das Betreten der fertig gelegten Trottoirs soll nicht vor 6—8 Tagen geschehen. Da sich aber eine Sperrung des Trottoirs wol kaum so lange wird vornehmen lassen können, so ist es rathsam, die Platten mit Brettern zu bedecken und sie so die ersten acht Tage zu schützen.

Für das Zuhauen von Platten, das selten ganz umgangen werden kann, gelten folgende Regeln. Will man eine Platte in zwei verwendbare Theile trennen, so gibt man mit Bleistift die Trennungslinie an, legt die Platte aufs Knie und verfolgt die Trennungslinie mit einem kurzen, scharfen Meissel, auf den man leichte Hammerschläge gibt, so lange, bis ein feiner Riss entsteht. Dasselbe wiederholt man auf der Rückseite. Einige stärkere Hammerschläge auf die Rückseite bewirken dann das Auseinanderfallen der Theile.

Ist von einer Platte nur ein Stück abzuhauen, so stellt man die Platte erst hochkant und haut ein Stück nach dem andern ab, bis man fast die gewünschte Gestalt erhält, stellt dann auf der flach aufs Knie gelegten Platte mit Hammer und Meissel die scharfe Kante her.

Digitized by Google

Auf Wunsch besorgt die Fabrik nach eingesandten Maassen oder Schablonen das Zuhauen besonders gestalteter Stücke und berechnet dafür pro Platte 20 Pfennige.

Das Verlegen der Platten geschieht am besten durch wohlgeübte Arbeiter, welche auf Wunsch von der Mettlacher Mosaikfabrik entsendet werden.

Was die Kosten des Verlegens betrifft, so richten sich dieselben nach den Preisen der Materialien, des Arbeitslohnes u. s. w. an den betreffenden Orten, lassen sich also so ohne Weiteres genau nicht angeben. Wir lassen deshalb hier, Tabelle XXIV, folgen ein:

Schema zur Ermittelung der Kosten für Unterlage und Legen pro Quadratmeter.

(Die Rubriken für Betrag sind nach den Ortspreisen auszufüllen.)

1. Unterlage.

Materialien.	Backsteinflachschichte		Sandsteine.		Estrich (Beton).		Sandbettung.	
	Quantum.	Betrag.	Quantum.	Betrag.	Quantum.	Betrag.	Quantum.	Betrag.
Sand	0,04 cbm		0,04 cbm		0,02 cbm		0,04 cbm	
Kalk	0,12 hl		0,12 hl		0,12 hl		—	—
Backsteine	50 Stück		—	—	—	—	—	—
Sandsteinplatten	—	—	1 qm		—	—	—	—
Lösch oder Kies	—	—	—	—	0,02 cbm		—	—
Arbeitslohn incl. Handlanger	—		—		—		—	

2. Mörtel zum Legen.

Materialien.	Cementmörtel.		Kalkmörtel.		Trassmörtel.	
	Quantum.	Betrag.	Quantum.	Betrag.	Quantum.	Betrag.
Cement	10 kg*)		—	—	—	—
Kalk	—	—	0,12 hl		0,05 hl	
Trass	—	—	—	—	5 kg	
Sand	0,01 cbm		0,02 cbm		0,025 cbm	
Cement zum Ausgiessen	3 kg		3 kg		3 kg	
Arbeitslohn	—		—		—	
Handlanger	—		—		—	

*) Das hier angegebene Mischungsverhältniss von Cement und Sand gleich 1:2 reicht für alle Fälle; für Böden, welche keiner Feuchtigkeit ausgesetzt sind, ist auch das Verhältniss 1:3 zulässig.

Digitized by Google

Wir kommen nun zu den Kosten der Pflastersteine und Trottoirplatten selbst.

Diese Pflastersteine, welche gelblich-grau, weiss und grau zumeist gefärbt sind, haben eine Dicke von 3,3 — 4,5 cm und wiegen 68—104 kg pro Quadratmeter, zu welchem 34 Stück erforderlich sind. Ausnahmsweise werden auch die Trottoirplatten nur 2,0 cm dick hergestellt.

Die Figuren 130a bis f zeigen uns die beliebtesten Muster. Von ihnen möchten sich für unsere Strassen am besten die

Fig. 130a.

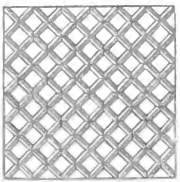


Fig. 130b.

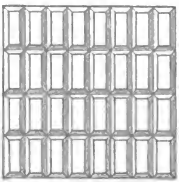


Fig. 130c.

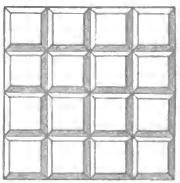


Fig. 130d.

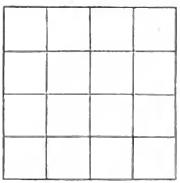


Fig. 130e.

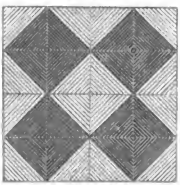
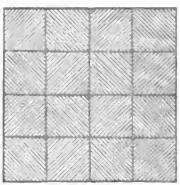


Fig. 130f.



Muster Fig. a bis c (incl.) eignen und empfehlenswerth sein, während die andren Muster mehr bei Pflasterungen bedeckter und vor der Witterung geschützter Räume und vielleicht bei Trottoir-Anlagen Verwendung finden werden.

Alle diese Thonfliessen bestehen aus gefritteter porzellanartiger Thonmasse mit feldspathigem Flussmittel, sind — wie wir bereits bemerkten — wasserundurchlässig, granithart, doch im Verhältniss zu andren Trottoirbelägen ziemlich theuer, wie nachfolgende Tabelle XXV zeigt:

Digitized by Google

Tabelle der Kosten für einen Quadratmeter Mosaikpflasterung.

		Farbe	Dicke	Felderhöhe	Preis pro Qu.-Met.
Pflastersteine	a	gelblich-	45 mm	8 mm	7 M.
„	a	gelblich-	33	8	6 „
„	e	gelblich-	45	8	7 „
„	e	gelblich-	33	8	6 „
„	c	grau	45	4	7 „
„	c	grau	33	4	6 „

	Farbe	Dicke	Felderhöhe	Preis pro Qu.-Met.
Trottoirplatten d	gelbl.-grau	33	3 mm tiefe diag.Rippen	6 M.
„ e	weissu.grau	33	3 mm tiefe diag.Rippen	7,50 „
„ f	gelbl.-grau	33	glatt	6 „

Die Trottoirplatten können auch in der Dicke von 20 mm angefertigt werden. Der Preis bleibt derselbe.

Nach den langjährigen Erfahrungen der Mettlacher Mosaikfabrik kostet der Quadratmeter fertiger Trottoirfläche incl. Material, Transport und Legen im Maximum 9 M.

Die Trottoiranlagen der Stadt Ulm wurden zum Preise von 8,60 M. pro Quadratmeter fertig geliefert, während bei den Perronanlagen der Bahn Berlin-Nordhausen, welche augenblicklich (März 1879) hergestellt werden, der Quadratmeter Trottoirbelag nur 8 M. kostet.

Wenn man statt der 10 cm starken Unterlage nur einen 5 ~ 6 cm starken Beton aus Sand und hydraulischem Mörtel herstellt, der stets ausreichen wird und dessen Durchschnittspreis pro Quadratmeter 75—90 Pf. beträgt, so wird sich der Quadratmeter fertigen Trottoirbelages auf nur etwa 7 — 7,5 M. im Minimum belaufen.

Aber selbst dieser Herstellungspreis ist immer noch etwas zu hoch und ein Hauptgrund, weswegen die Mosaikpflasterungen noch nicht allgemeine Verwendung gefunden haben.

Bei Trottoiranlagen, die fast stets ganz oder doch wenigstens zur Hälfte der Besitzer des anliegenden Grundstückes zu

Digitized by Google

bezahlen hat, wird der Kostenpunkt stets zuerst in Betracht gezogen werden. Hierbei hat aber das Thonfliessenpflaster einen gefährlichen Concurrenten und der ist das Asphaltpflaster, das auch sonst mannigfache Vorzüge vor andren Trottoiranlagen hat, wie wir noch im nächsten Abschnitt sehen werden. Dieses Asphaltpflaster kostet bei guter Ausführung alles in allem im Maximum nur 7,50 M., während sich der Durchschnittspreis auf etwa 6 M. nur belaufen wird.

Hierzu kommt aber noch das sehr umständliche Verlegen der Tonfliessen in Cementmörtel, die Schwierigkeiten und auch pecuniären Verluste, welche bei einem etwaigen Umlegen des Trottoirbelages durch diesen Cementmörtel entstehen, indem derselbe fest an den Trottoirplatten haftet und die Wiederbenutzung sonst noch gut erhaltener Platten unmöglich macht, weil der Cement schwer ohne Beschädigung der Platten zu beseitigen ist.

Diese — leider nicht zu leugnenden — Nachtheile des Mosaikpflasters werden aber grösstentheils durch die vielen Vorzüge aufgehoben, welche namentlich darin bestehen, dass:

1) das Thonfliessenpflaster sehr dauerhaft ist,

2) keine Feuchtigkeit annimmt und das Meteorwasser durch die Rinnen leicht und schnell abführt,

3) deswegen leicht zu reinigen ist,

4) sehr elegant aussieht,

5) (und was mit die Hauptsache ist) eine bequeme, angenehme, ebene Bahn bietet und endlich

6) im Winter und namentlich bei Frostwetter lange nicht die Glätte des Granit- oder Asphaltpflasters besitzt!

Es ist dieser vielen Vorzüge wegen wirklich lebhaft zu bedauern, dass das Verlegen dieser Thonfliessen unbedingt in Cementmörtel erfolgen muss und die einzelnen Platten nicht genug Schwere besitzen, um ohne jeden Mörtel direct in das Sand- oder Kiesbett (wie die natürlichen Pflastersteine) gepresst zu werden. Wenn dies die intelligenten Leiter der weltberühmten Mosaikfabrik, die überall ihres Fabrikates wegen die gerechteste Anerkennung gefunden und auf fast allen Industrie- und Weltausstellungen die höchsten Auszeichnungen erhalten haben, jemals erreichen könnten, so sind wir fest überzeugt, dass die Mosaikpflasterungen alle andren Pflasterungen bei Trottoiranlagen (vielleicht sogar auch bei Strassenfahrbahnen) gar bald verdrängen würden,

Digitized by Google

denn dann könnten die Pflasterungen mit geringeren Kosten hergestellt werden, dann würde man zum Verlegen derselben weniger geübte Arbeiter nöthig haben, dann könnte man die Platten auf beiden Seiten — also zweimal benutzen. — alles Vortheile, die nur wenige Pflasterungen aufzuweisen haben! —

IV. Abnutzung, Dauer und Unterhaltungsbetrieb aller Steinpflasterungen.

§ 82. Allgemeines.

Durch die Räder der Fuhrwerke und durch die Hufe der Pferde oder durch Witterungseinflüsse werden die Strassenpflasterungen entweder nur abgenutzt oder ganz zerstört. Wenn man also die Strasse in einem solchen Zustande erhalten will, dass sie dem Verkehre stets nützliche Dienste leisten kann, so muss man sie unterhalten d. h. alle eingetretenen Schäden beseitigen.

Die Unterhaltung einer Strassenpflasterung kann bestehen in einer Erneuerung der sie schützenden Kiesdecke, des oberen Theiles der Strasse (z. B. der Decklage bei Steinschlagbahnen) oder des ganzen Steinbahnkörpers, in einem Beseitigen des Staubes, Schlammes und Kothes, der Schlaglöcher, der eingefahrenen Geleise, in einem Ausbessern der schadhaft gewordenen Stellen, in einem Ebenen der uneben gewordenen Strassenoberfläche (durch Stampfen oder Walzen) u. s. w.

Hiernach wird sich eine Eintheilung der Unterhaltungsarbeiten vornehmen lassen in

1) Wiederherstellung des abgenutzten Steinbahnkörpers auf Pflasterbahnen.

2) Wiederherstellung des abgenutzten Steinbahnkörpers auf Steinschlagbahnen.

Je mangelhafter die Unterhaltung ist, desto grösser wird die Abnutzung der Strasse sein, und je ausgedehnter der Unterhaltungsbetrieb ist, desto kleiner wird die Abnutzung der Strasse sein. Es ist daher zur Ersparung von Kosten

Digitized by Google

dringend nothwendig, dass mit grössester Sorgfalt die Strassenunterhaltung betrieben wird!

Für die Abnutzung der Steinbahnen sind von uns bereits im § 49, S. 107, die genauesten Formeln (nach Bokelberg), das Maass der Abnutzung, die Festigkeit der Gesteine u. s. w. angegeben worden und wollen wir deshalb hier nur noch Ergänzungen zu jenen Betrachtungen machen.

Die Menge des Unterhaltungs-Materiales ist abhängig:

1) von der Grösse und der Art des Verkehres auf der Strasse d. h. der Anzahl und dem Gewichte der Fuhrwerke, welche sich in einem bestimmten Zeitabschnitte über eine bestimmte Strassenstrecke fortbewegen; denn je schwerer die Fuhrwerke, je schlechter die Strasse, desto rascher die Abnutzung;

2) von der Güte und der Widerstandsfähigkeit der zur Verwendung kommenden Gesteine;

3) von der Sorgfalt, mit welcher die Strasse gebaut ist;

4) von der ganzen Bauart der Strasse;

5) von der örtlichen Lage der Strasse;

6) von der Beschaffenheit des Bodens und der Unterbettung der Strasse;

7) von der Breite der Strasse;

8) von dem Systeme des Unterhaltungsbetriebes.

Es kommt sehr darauf an, ob der Ersatz des Abganges nur im Herbst oder Frühjahr eines jeden Jahres geleistet wird, oder ob eine stetige Unterhaltung der Strasse vorgenommen wird. Man hat also bei dem Unterhaltungsbetrieb zu unterscheiden:

a) die continuirliche Unterhaltung der Strasse,

b) die periodische Unterhaltung der Strasse.

Das erste System, das namentlich in Süddeutschland viele Anhänger findet, ist im Allgemeinen billiger als das zweite System, welches hauptsächlich in Norddeutschland für zweckmässiger gehalten wird. Bestimmte Vorschriften, wann das eine, wann das andre System am rationellsten zur Ausführung kommen soll, werden wir später geben. In der Regel wird man die periodische Unterhaltung der continuirlichen vorziehen, wenn:

Digitized by Google

1) der Verkehr eine stete Unterhaltung der Strasse nicht gut zulässt,

2) das Material der Pflasterung sehr grosse Festigkeit besitzt,

3) die Strasse eine günstige örtliche Lage hat und trocken liegt.

§ 83. Abnutzung, Dauer und Wiederherstellung der Pflasterbahnen.

Ueber die Abnutzung oder die Dauer der Pflasterbahnen lassen sich folgende statistische Notizen angeben.

In Berlin*) haben gute Pflasterbahnen bis dahin, dass eine gänzliche Umlegung des Pflasters nöthig wird, eine Dauer von etwa 10 Jahren, schlechtere städtische Pflasterungen eine solche von etwa 6 Jahren. Sehr vorzügliche Strassenpflasterungen mit Pflastersteinen von regulärer Würfelform haben eine Dauer von 40 Jahren, während welcher sie dreimal umgelegt werden müssen, so dass also jede Periode etwa 13—14 Jahre dauert. Reihensteinpflasterungen von geringerer Qualität haben nur eine Periode, welche zu 6 Jahren angenommen werden darf.

In Paris müssen in jedem Jahre mindestens 2,8 % der gesammten Strassenfläche umgepflastert werden, um zu einem normalen Zustande der Pflasterbahnen zu gelangen.

In Hannover rechnet man für die jährliche Unterhaltung eines Meters Fahrbahn

a) der Basaltpflasterungen . . 0,053—0,068 cbm Material,

b) der Sandsteinpflasterungen 0,270—0,333 „ „

Um einen befriedigenden Zustand der Strasse zu erhalten und auch um an Unterhaltungskosten zu sparen, wird man den continuirlichen Unterhaltungsbetrieb hier am zweckmässigsten einführen. —

Die Unterhaltung der Pflasterbahnen und auch der Klinkerbahnen zerfällt in:

1) Erhaltung des Deckmateriales,

2) kleinere Ausbesserungen des Pflasters,

3) Umlegungen des Pflasters,

4) Beseitigung des Schlammes und Kothes und andre Arbeiten.

*) Siehe: Vergleichende Zusammenstellung der Dauer und Kosten u. s. w. in Berlin. (§ 84 d. W.)

Digitized by Google

1) Erhaltung des Deckmateriales.*)

Im § 77 bemerkten wir bereits, dass sich die Erhaltung der ganzen Klinkerbahn stützt auf die stete Erhaltung der Sandbedeckung. Zwar nicht in diesem hohen Maasse, aber immer noch wichtig genug ist die Sanddecke bei andren Pflasterbahnen aus natürlichen Steinen, den Reihen-, Reihenschiebe-, Schiebe- und Rippenpflasterungen. Man soll daher auch bei diesen Pflasterungen in der Regel das Deckmaterial, welches aus feinem Grand am besten (dann aber auch aus Kies und grobkörnigem Sande aus Rasenerz-Grus u. s. w.) besteht, zu erhalten suchen und es eventuell durch eine neue Lage ersetzen, welche aber die hervorragendsten Steinköpfe nur etwa 5—7 mm bedecken darf.

Der Zweck der Besandung ist der, alle kleinen Vertiefungen und Unebenheiten in der Strassenoberfläche auszufüllen und die Strasse gegen die Stösse der Fuhrwerke und Hufe der Pferde zu schützen. Sofern man eine nur mässige Ueberdeckung des Pflasters vornimmt, wird man die gewünschten Vortheile auch erreichen. Mit dem Wachsen der Menge der Besandung wachsen nicht nur die Kosten, sondern auch die Widerstände des Fuhrwerkes, nehmen zu die Staub- und Schlammbildungen und somit die Reinigungskosten u. s. w.

Man wird daher nur eine schwache Sanddecke aufschütten und zwar bei feuchter und ruhiger Witterung und nur im Sommer, weil im Winter und in nasser Jahreszeit sich sonst zu viel Schmutz auf der Strassenbahn bildet; in der Regel genügt dreimal jährlich.

Zweckmässig lässt man die Sanddecke unerneuert:

1) auf Strassen in grösseren, geschlossenen Orten (also **Städten);**

2) auf Strassenpflasterungen mit hartem Gestein.

Was die Menge des Materiales für diese Sanddecke anlangt, so kann man pro Quadratmeter etwa 0,009—0,018 cbm annehmen. Hiernach werden sich also die Kosten der Deckenerneuerung berechnen lassen.

---

*) Siehe v. Kaven, Wegebau, S. 295. 296.

Digitized by Google

2) Kleinere Ausbesserungen des Pflasters.*)

Kleinere Ausbesserungen kann man nur so lange vornehmen, als dadurch die Strassenbahn in einem guten Zustande erhalten wird.

Bei einer Steinpflasterung müssen alle diejenigen Pflastersteine, welche sich infolge des schweren Verkehres gesenkt haben, wieder gehoben, mit einer genügenden Menge grobkörnigen Sandes oder Kies unterstopft und durch Stampfen in die richtige Höhenlage gebracht werden.

Alle durch die Angriffe der Fuhrwerke und der Pferdehufe oder durch die Witterung zerstörten Pflastersteine werden herausgenommen und durch neue Steine ersetzt. Diese neuen Steine sollen aus demselben Material bestehen wie die übrigen, noch gut erhaltenen Pflastersteine.

Alle durch den Frost gehobenen Pflastersteine**) sollen niedergestampft oder niedergerammt werden. (Siehe auch ad 4.)

Die eingefahrenen Geleise und alle Muldenbildungen müssen sorgfältig beseitigt werden, und hat man bei letzteren Unebenheiten der Strassenbahn Folgendes wohl zu beachten.

(§ 399 der Hann. Instr.) Bei Ausbesserung längerer Mulden in der Richtung der Bahn können die neu zu legenden Streifen in der Pflasterart hergestellt werden, welche planmässig bei künftiger Unterhaltung des Pflasters zur Anwendung kommen wird. Auch ist es unter Umständen zulässig, für die neu zu legenden Streifen ein besseres als das die übrigen Bahntheile bildende Material zu verwenden. —

Unter allen Umständen hat man bei der Ausführung dieser kleinen Ausbesserungen dafür Sorge zu tragen, dass die Strassenunterbettung nur so tief aufgelockert wird, als unbedingt nöthig ist, und alle neu eingesetzten Pflastersteine so hoch liegen, dass sie nach dem fertigen Einrammen mit den übrigen Steinen in gleicher Höhe stehen. Siehe auch ad 4 dieses Paragraphen.

---

*) Siehe die §§ 397—401 der hannoverschen Instruction.

**) v. Kaven sagt (S. 310): ‚Bei Frostaufgang in feuchtem, dichtem Boden (besonders Lehmboden) werden die Pflastersteine gruppenweise gehoben, verlieren den Stand und werden durch Wagenräder aus der Lage gebracht. Die Senkungen und Erhöhungen sind um so bedeutender, je mehr die körperliche Grösse der einzelnen Pflastersteine in der Fahrlinie verschieden ist!‘ —

Digitized by Google

3) Das Umlegen des Pflasters.

Die Pflastersteine werden zumeist durch die Angriffe der Fuhrwerksräder ihre ebene Oberfläche in nicht sehr langer Zeit verlieren, die Köpfe der Steine werden rund gefahren und um so mehr aus der Strassenbahn-Oberfläche geschoben, je grösser die Differenz der Grössen der in der Fahrlinie liegenden Pflastersteine gewesen. (Siehe letzte Anmerkung auf S. 329.)

Ist dieser Uebelstand in grösserem Maasse eingetreten und ist die Strassenbahn-Oberfläche sehr uneben geworden, haben sich die Pflastersteine auf grösseren Strecken gesenkt oder gehoben, sich grössere Mulden gebildet, so lassen sich die Pflasterungen durch Vornahme kleinerer Ausbesserungen nicht mehr in befriedigendem Zustande erhalten, sondern können nur durch Umlegung einiger Pflasterstrecken wieder für den Verkehr nutzbar gemacht werden. Die Länge dieser Pflasterstrecken soll in der Regel mindestens 70—80 m betragen und wird am besten zu 100 m angenommen.

Beim Umlegen des Pflasters sind folgende Vorschriften zu beachten:

(§ 404.) Die ganze Breite ist gleichzeitig umzulegen. Die Umlegung in zwei Breitenabschnitten ist nur dann gestattet, wenn die gleichzeitige Umlegung der ganzen Breite den Verkehr übermässig belästigt oder den Kostenaufwand erheblich erhöht.

(§ 405.) Ist die Unterbettung nicht von der erforderlichen Güte und Stärke, so ist sie nach den für den Neubau ertheilten Vorschriften zu verbessern. Ist die Oberfläche sehr uneben, so soll sie bis zum tiefsten Punkte der Unebenheit in ganzer Breite gelockert, geebnet und gleichmässig gedichtet werden.

(§ 406.) Die eingelegten Strecken sollen in der Regel nicht überhöht werden, d. h. (nach v. Kaven, Wegebau, S. 312, Anmerkung) sie sollen die alte Höhe im Längenprofile behalten. (Man findet namentlich beim Unterpersonal vielfach das Bestreben, bei jeder Umlegung das Pflaster über seine frühere Lage zu erhöhen, wodurch oft erhebliche unnöthige Kosten verursacht werden, indem die übrigen Theile der Chaussee mit erhöht werden müssen. Die Absicht ist dabei, Verbesserungen im Längenprofile zu erreichen, welche aber häufig ganz ohne Nutzen

Digitized by Google

sind.) — Anfang und Ende jeder umgelegten Strecke muss in die Fläche der alten Bahn allmälig auslaufen.

(§ 407.) Im Uebrigen finden die Vorschriften über den Neubau des Pflasters auch auf Umlegungen Anwendung, auch ist bei Umlegungen die allgemeine Regelung des Querprofiles der Strassen, so weit es sich als nothwendig herausstellt, vorzunehmen. —

Beim Umlegen des Steinpflasters müssen die Abrundungen an der Oberfläche beseitigt (abgehauen) werden, d. h. die Steine sollen neue Köpfe erhalten.

In Betreff der Sperrzeichen sagt der § 409 der Hannov. Instruction Folgendes:

Die Vorschriften über Sperrzeichen finden auch hier Anwendung. In den Sommermonaten sind jedoch Sperrzeichen — abgesehen von sehr dringlichen Fällen — nur auf umgelegten oder reparirten Strecken gleich nach der Ausführung dieser Ausbesserungen auszulegen. — (Vergl. § 86, S. 347, Anmerkung.)

4) Beseitigung des Schlammes u. s. w. und andre Arbeiten.

Wenn sich auf der Pflasterbahn starke Ansammlungen von Schlamm und Koth gebildet haben, die dem Verkehre lästig werden können, so sind dieselben zu beseitigen wie im § 86 noch näher angegeben wird.

Kleinere Unebenheiten sollen durch Stampfen oder besser durch Walzen sofort beseitigt werden. Verwendet man Walzen hierzu, so ist zu beachten, dass durch sehr schwere Walzen leicht die Structur des Pflasters gelockert wird; man wird also schwere Walzen möglichst bei Reparaturen nicht zur Verwendung kommen lassen. Nach Ansicht andrer Autoritäten (s. § 74) sollen aber bei Pflasterbahnen möglichst schwere Walzen, von mindestens 7500 kg Schwere, zum Ebenen der Strassenbahn benutzt werden, weil nur durch langsam bewegte, schwere (Dampf-)Walzen ein günstiger und nachhaltiger Erfolg erreicht werden kann. — Wir sehen also, dieser Punkt ist streitig; er ist auch noch nicht entschieden, so dass wir also am besten thun, wenn wir den goldenen Mittelweg einschlagen und die gewöhnlichen Walzen verwenden, welche etwa ein Gewicht von 5 — 6 Tonnen haben. Unstreitbar ist aber, dass das

Digitized by Google

Abwalzen der Pflasterbahnen dem Abrammen in den meisten Fällen vorzuziehen ist.

Selbst wenn sich im Laufe des Jahres auf der Pflasterbahn gar keine Unebenheiten gebildet (was übrigens wol selten ist), so möchten wir doch empfehlen, stets im Frühjahre nach dem letzten Frostaufgange ein Abwalzen der Pflasterbahn vorzunehmen.

§ 84. Vergleichende Zusammenstellung der Dauer und Kosten der verschiedenen Pflasterbahnen in Berlin.*)

A) Dauer.

I. Reguläres Würfelpflaster.

Wie in den Berichten der städtischen Bauverwaltung zu Wien nachgewiesen und wie auch auf Grund eigener Ermittelungen zu constatiren ist, darf dem regulären Würfelpflaster mit fester Stein- und Kiesunterbettung, wie solches im verflossenen Jahre (1878) zur Ausführung gebracht ist, eine Dauer von mindestens 16 Jahren beigemessen werden, unter der Annahme, dass dasselbe in einer verkehrsreichen Strasse — also Strasse I. Ordnung — liegt (Rosenthalerstrasse, Königstrasse etc.). Innerhalb dieser Dauer würden — selbstverständlich die Annahme zu Grunde gelegt, dass nicht durch anderweitige Veranlassungen besondere Umstände, Versandungen etc. herbeigeführt werden — zunächst auf 6—8 Jahre gar keine Reparaturen nothwendig werden; in den folgenden Jahren werden einige Reparaturen erforderlich werden, doch auch nur verhältnissmässig wenige, da die allgemeine Natur und Beschaffenheit dieses Pflasters selbst überhaupt keine grossen Umstände an demselben zulässt. Die durchschnittlichen Unterhaltungskosten werden auf die ganze Dauer pro Quadratmeter und Jahr ca. 0,05—0,06 M. betragen.

Nach Ablauf dieser Dauer — nachdem die Oberflächen der Steine abgefahren sind und die durchgängigen Unregelmässigkeiten eine Umpflasterung der Strasse nothwendig machen — wird das Würfelpflaster umgelegt unter Wiederverwendung an

*) Diesen Aufsatz verdanken wir der Güte des Herrn Stadtbaurath Rospatt beziehungsweise des Herrn Stadtbauinspector Siebeneicher, beide in Berlin.

Digitized by Google

derselben Stelle. Es werden die Steine aufgenommen, die Unterbettung soviel wie nöthig umgelegt, wieder regulirt und die Steine selbst mit der früheren oberen Seite nunmehr nach unten gekehrt wieder verlegt. Es entsteht auf diese Weise wieder ein Pflaster von annähernd derselben Beschaffenheit sowie Dauerhaftigkeit, wie das frühere Pflaster; es ist diesem Pflaster in der zweiten Periode eine Dauer von 14 Jahren durchschnittlich beizumessen.

Bei dieser Umpflasterung wird die früher festgewalzte Steinunterbettung grösstentheils unversehrt geblieben sein und daher ohne Umarbeitung wieder verwendet werden können; die an dem Strassenuntergrunde jedoch — und entsprechend auch an der Unterbettung des Pflasters etwa entstandenen Versackungen etc. werden ein theilweises Umlegen und Reguliren der Unterbettung selbst nothwendig machen, welche etwa $^1/_4$ bis $^1/_3$ der ganzen Pflasterfläche betragen kann.

Der bei der Umpflasterung entstehende Verlust an Material wird betragen:

a) die Packlage wird einen Verlust von ca. 10 % für die umzulegende Fläche, also 3—4 % im Ganzen;

b) die Schotterlage gar keinen Verlust erleiden; bei dem Durchsieben desselben werden die geringen Verluste an Steinen selbst durch Reste aus dem Unterbettungskies gedeckt werden;

c) der Unterbettungskies ist, sofern die Ausfugung des Pflasters nicht eine feste, sondern eine durchlässige gewesen, als vollständig verloren resp. nicht wieder verwendbar zu betrachten; bei mit Cement ausgefüllten Fugen dagegen etwa nur mit 50 %;

d) an Pflastersteinen wird zufolge fehlerhaft gewordener Steine sowie für etwa nothwendigen Verhau an den seitlichen Schlusssteinen ein Verlust von ca. 5 — 6 % eintreten. Der Werth dieser Steine beträgt nicht den ganzen Neukaufspreis, sondern nach der bereits ausgehaltenen Dauer nur $\frac{40-16}{40} = {}^3/_5$ des Neuwerthes.

Die durchschnittlichen Unterhaltungskosten dieses Pflasters in der zweiten Periode werden sich auf 0,06—0.07 M. pro Quadratmeter und Jahr belaufen.

Digitized by Google

Ist nach Ablauf dieser zweiten Periode der Zustand des Pflasters für die Strasse nicht mehr genügend, so wird dieselbe mit neuen Würfelsteinen umgepflastert werden und die aufgenommenen Steine selbst zur Herstellung des Pflasters in einer anderen, minder wichtigen Strasse verwendet.

Die aufgenommenen Steine, welche nunmehr von zwei Seiten, der oberen und der unteren, abgefahren sind, haben — als durchweg rechteckige Steine — noch die Beschaffenheit, dass mit denselben noch wieder ein Pflaster herzustellen ist, welches mindestens unserem besten seitherigen Pflaster an Güte gleichkommt, also in Strassen von etwa zweiter Ordnung angelegt werden kann. Dort wird dann das mit denselben ausgeführte Pflaster nach den seitherigen Erfahrungen noch mindestens 15 bis 20 Jahre Bestand haben.

Angenommen jedoch, — wie solches zur gleichmässigen Berechnung der Dauer und Kosten nothwendig ist — diese Steine würden in Wirklichkeit zur Umpflasterung in ebendenselben Strassen wie früher — also erster Ordnung wieder verwendet, so würde diesem Pflaster eine Dauer von noch 10 Jahren zugerechnet werden können und ist daher für diese dritte Periode eine Dauer von 10 Jahren anzusetzen.

Bei Herstellung dieses Pflasters, bezüglich bei der Umpflasterung in dieser Weise — immer in der Annahme, dass die Steine in derselben Strasse, wo sie früher lagen, wieder verwendet werden — bei welcher aber, sowie bei der ersten Umpflasterung ein Umarbeiten der Steinunterbettung auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Gesammtfläche einzutreten haben wird, wird ein Verlust an Material eintreten, und zwar:

a) die Packlage, da manche Steine aus derselben durch Walzen etc. zur Wiederverwendung eben in der Packlage unbrauchbar geworden sind, für die umzulegende Fläche von etwa 20 %, also im Ganzen von ca. 7 %;
b) die Decklage (Schotterlage) wird keinen Verlust erleiden, da aus den Kiesrückständen der etwaige Ausfall gedeckt wird;
c) der Kies ist bei mit Kies ausgefüllten Fugen ebenfalls als ganz verloren resp. nicht wieder verwendbar anzusehen, bei dichten Cementfugen dagegen nur mit 50 %;
d) die Pflastersteine kommen auf eine neue Seite zu liegen und wenden die abgefahrenen beiden Seiten nach den

Digitized by Google

Fugen hin; es wird hiernach die neue Pflasterfläche an und für sich gegen die frühere Fläche ca. 20—25 % kleiner; durch anderweite Verluste werden ca. 5 % ausfallen, also im Ganzen ca. 25—30 % Verlust eintreten. Der Werth dieser Steine beträgt jedoch nur $\frac{40-(16+14)}{40}$, also = $^1/_4$ des Neukaufspreises der Steine.

Die Unterhaltungskosten dieses Pflasters werden sich auf 0,08—0,09 M. pro Quadratmeter und Jahr belaufen.

Nach Ablauf dieser dritten Periode, nachdem das Pflaster unbrauchbar geworden und die Strasse wieder umzupflastern ist, sind die noch wiedergewonnenen Steine nicht mehr weiter zu Pflasterungen selbst zu verwenden, sondern zu zerschlagen und als Unterbettung für ein neues Pflaster zu verbrauchen.

Unter Zunahme der aus der früheren Unterbettung noch wieder gewonnenen Steine ist anzunehmen, dass dadurch die vollständige Unterbettung reichlich wieder hergestellt werden kann, so dass also bei den einmal mit Würfelpflaster angelegten Strassen neue Schottersteine überhaupt nicht wieder zu beschaffen sind, der Bedarf hierfür vielmehr im immerwährenden Kreislauf durch die (alten) Pflastersteine selbst gedeckt wird. —

II. Steine zweiter Klasse.

Bei derselben Herstellungsweise und in einer Strasse mit demselben Verkehr verwendet wie bei dem Würfelpflaster ad I. wird das Pflaster von Steinen zweiter Klasse eine Dauer haben, welche zu derjenigen des regulären Würfelpflasters ungefähr in demselben Verhältniss steht, wie die Grundflächen dieser Steinsorten unter sich, also ungefähr $^3/_4$ derselben, mithin

für die erste Periode ca. 12jährige Dauer.

Die Unterhaltungskosten dieses Pflasters in der ersten Periode belaufen sich durchschnittlich pro Quadratmeter und Jahr auf ca. 0,06—07 M.

Nach Ablauf dieser 12jährigen Dauer erfolgt die Umpflasterung der Strasse. Die Wiederverwendung der Steine wird — wie ad I. bei der dritten Periode — nicht in derselben, sondern in einer minderwichtigen Strasse, etwa dritter Ordnung, geschehen und wird hier das Pflaster etwa 15 bis 20 Jahre Bestand haben, was jedoch für eine Strasse erster Ordnung einer Dauer von nur etwa 8 Jahren entspricht. Die

Digitized by Google

Zeitdauer dieses Pflasters in der zweiten Periode ist also mit 8 Jahren anzusetzen.

Bei der Umpflasterung selbst, welche in derselben Weise und unter denselben Verhältnissen wie bei I. anzusehen ist, entsteht ein Verlust an Material:

a) an Packlage (ca. 10 %) resp. 3—4 % wie ad I a,

b) an Decklage keine,

c) an Kies gänzlich, resp. 50 %,

d) an Pflastersteinen ca. 12—15 %, deren Werth jedoch $\frac{20-12}{20} = \frac{2}{5}$ des Neukaufswerthes beträgt.

Die Unterhaltungskosten dieses Pflasters werden pro Quadratmeter und Jahr 0,08—0,09 M. erfordern.

Nach Ablauf dieser 8jährigen zweiten Periode sind diese Steine nicht wieder zum Pflaster selbst, sondern nur als Unterbettungsmaterial verwendbar.

III. Steine dritter Klasse.

Dasselbe wird zwar nur in Strassen zweiter oder dritter Ordnung verwendet werden und dort, in derselben Weise ausgeführt wie das Pflaster ad I. und II., eine Dauer von 15 bis 20 Jahren erreichen. Diese Dauer wird für eine Strasse erster Ordnung einer Dauer von nur 9 Jahren entsprechen.

Die Herstellungskosten — ausser den Pflastersteinen selbst — werden annähernd dieselben sein, wie bei dem Pflaster erster und zweiter Klasse (ad I).

Die Unterhaltungskosten werden sich auf durchschnittlich 0,10 M. pro Quadratmeter und Jahr belaufen.

Nach Ablauf der 9jährigen Dauer sind die Steine selbst nicht mehr zur Pflasterung, sondern nur als Unterbettungsmaterial verwendbar.

IV. Steine vierter Klasse.

Das Pflaster mit Steinen vierter Klasse erreicht unter sonst denselben Verhältnissen wie ad III. eine Dauer von nur 6 Jahren, wobei die Unterhaltungskosten auf ca. 0,12 M. pro Quadratmeter steigen.

Digitized by Google

B) Kosten-Berechnung.*)

I. Reguläres Würfelpflaster.

	pro Quadratm.
A. Erste Periode. Dauer 16 Jahre:	
1) Beschaffung der Pflastersteine	19,30 M.
2) Herstellung des Pflasters mit 18 cm Schotterbettung, 9 cm Kies und Ausfüllen der Fugen mit Kies — der Schotter wird aus vorhandenen Steinen geschlagen	4,00 „
3) 16jährige Unterhaltung à 0,05—0,06 M. . .	0,90 „
16 Jahre	24,20 M.
Bei mit Cement ausgefüllten Fugen stellen sich die Kosten ad 2 auf 4,20 M., also um 0,50 M. höher, so dass hier 16 Jahre . . .	24,70 „
B. Zweite Periode. Dauer 14 Jahre:	
1) Aufnahme des Pflasters und Beiseitesetzen der Steine	0,12 „
2) Aufnahme und Sortiren der Pack- und Decklage, $^1/_3$ der Gesammtfläche, pro Quadratmeter 0,15 M.	0,05 „
3) Durchsieben des Schotters, $^1/_3$ desgl., à 0,06 M.	0,02 „
4) Reguliren des Planums und Beseitigung des überflüssigen Bodens	0,10 „
5) Einbringen und Abwalzen der Steinbettung durchschnittlich	0,15 „
6) Ersatz an Packlage 3—4 % derselben für Zerschlagen und Anfuhr	0,04 „
7) 0,12 cbm Kies anliefern und einbringen à 8,33 M.	1,00 „
8) Pflasterungskosten	0,85 „
9) Ersatz für den Verlust an Pflastersteinen 5—6 % mit $^3/_5$ des Neuwerthes	0,68 „
10) 14jährige Unterhaltung à 0,06—0,07 M. . .	0,90 „
14 Jahre	3,91 M.
Bei mit Cement ausgefüllten Fugen wird ad 7 nur 0,06 cbm erforderlich, also 0,50 M. weniger, dagegen wird das Wiederausfugen mit Cement um 0,50 M. mehr kosten.	

*) Siehe auch § 88.

Digitized by Google

C. Dritte Periode. Dauer 10 Jahre:

	pro Quadratm.
1) Aufnahme des Pflasters wie ad I B	0,12 M.
2) „ der Deck- und Packlage	0,05 „
3) Durchwerfen des Schotters	0,02 „
4) Reguliren des Planums	0,10 „
5) Einbringen und Abwalzen der Steinbettung durchschnittlich	0,15 „
6) Ersatz an Packlage 7 %	0,07 „
7) 0,12 cbm Kies à 8,33 M.	1,00 „
8) Pflasterungskosten	0,85 „
9) Verlust an Pflastersteinen, 25—30 % bei $^1/_4$ des Neuwerthes, also 7—8 % von 19,5 M. . . .	1,56 „
10) 10jährige Unterhaltung à 0,08—0,09 M. . .	0,90 „
10 Jahre	4,82 M.

Summa 40 Jahre = 32,93 M. resp. 33,43 M.
Pro 1 Jahr = 0,82 „ „ 0,83 „

Zweite Klasse.

A. Erste Periode. Dauer 12 Jahre:

1) Beschaffung der Pflastersteine	12,80 „
2) Herstellung des Pflasters (wie ad I, A. 2). .	4,00 „
3) 12jährige Unterhaltung à 0,06—0,07 M. . .	0,80 „
12 Jahre	17,60 M.

oder bei Cement-Ausfuge + 0,50 = 18,10 M.

B. Zweite Periode. Dauer 8 Jahre:

1—8) Herstellungskosten wie bei I B	2,33 „
9) Verlust an Pflastersteinen 12—15 % mit $^2/_5$ des Neuwerthes = 6 % des Neuwerthes von 13,00	0,78 „
10) 8jährige Unterhaltung à 0,07 M.	0,56 „
8 Jahre	3,67 „

Summa 20 Jahre = 21,27 M. resp. 21,77 M.
1 Jahr = 1,06 „ „ 1,09 „

Dritte Klasse. Dauer 9 Jahre.

1) Kosten der Pflastersteine	11,50 „
2) Herstellung des Pflasters (wie ad I, A. 2). .	4,00 „
3) 9jährige Unterhaltung à 0,10 M.	0,90 „
9 Jahre	16,40 „

1 Jahr = 1,82 M.

Digitized by Google

Vierte Klasse. Dauer 6 Jahre.

	pro Quadratm.
1) Kosten der Pflastersteine	10,00 M.
2) „ „ Herstellung (wie oben)	4,00 „
3) 6jährige Unterhaltung à 0,12 M.	0,72 „
6 Jahre	15,12 M.

1 Jahr = 2,52 M.

§ 85. Die Abnutzung und Dauer der Steinschlagbahnen.

Eine ganz bedeutend grössere Abnutzung zeigen in der Regel die Steinschlagbahnen, welche weit mehr als die Pflasterbahnen von der Frequenz der Strasse zu leiden haben. Je grösser die Lebhaftigkeit des Verkehres ist, desto grösser ist auch die Abnutzung der Steinschlagbahnen, desto kürzer ist ihre Dauer, desto theurer die Unterhaltung.

Die besten Steinschlagbahnen sind die makadamisirten Strassen, weil sie sich leichter und billiger unterhalten lassen, als die Steinschlagbahnen mit pflasterartigem Unterbaue. Aber die Makadam-Chausseen haben immer doch noch eine bei Weitem kürzere Dauer als die Pflasterbahnen, wie die folgenden statistischen Berichte zeigen.

Bei den Steinschlagbahnen können beide Systeme des Unterhaltungsbetriebes zur Ausführung kommen.

Bei continuirlicher Unterhaltung — sagt das D. Bauhandbuch S. 203 „haben sich auf den Steinschlagbahnen der badischen Chausseen etwa 50 cbm Steinschlag guter Qualität pro Kilometer und Jahr — bei einer mittleren Verkehrsstärke — als erforderlich herausgestellt. Näher ist diese Angabe durch folgende Daten bestimmt:

Für die Frequenz von je 1000 Stück Pferden sind pro Kilometer Strassenlänge und pro Jahr an Cubikmeter Steinschlag u. s. w. verwendet:

Tabelle XXVI.

Material	Gneis	Granit	Porphyr	Basalt	Fluss- u. Grub-Kies	Muschelkalk	Jurakalk
Minimum und Maximum . . .	0,6—2,2	0,6—2,5	0,7—2,7	1,0—2,6	0,1—3,8	0,5—3,0	1,3—3,2
Durchschnittlich	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,9	2,0

Digitized by Google

Nach Becker war im Grossherzogthum Baden bei einer Fahrbahnbreite von 6 m im Durchschnitt die Abnutzung jährlich:

1) bei gutem Materiale und
   a) starker Frequenz . . . . 0,40—0,54 cbm,
   b) mittelmässiger Frequenz . . 0,27—0,40 „
   c) geringer Frequenz . . . . 0,13—0,27 „
2) bei mittelmässigem Materiale und
   a) starker Frequenz . . . . 0,54—0,67 „
   b) mittelmässiger Frequenz . . 0,40—0,54 „
   c) geringer Frequenz . . . . 0,27—0,40 „
3) bei geringem Materiale und
   a) starker Frequenz . . . . 0,67—0,81 „
   b) mittelmässiger Frequenz . . 0,54—0,67 „
   c) geringer Frequenz . . . . 0,40—0,54 „

Nach v. Kaven schwankt die Abnutzung der Hannoverschen Steinschlagbahnen, je nach dem Materiale und der Frequenz, etwa von 6 mm bis 96 mm (!). Auf einer sehr frequenten Fracht- und Reisestrasse der Inspection Harburg ist beispielsweise die obere, aus Schlagkieseln gebildete, etwa 15 cm starke Decklage einer ca. 5 m breiten Steinschlagbahn in 4 Jahren abgenutzt (!), so dass eine Erneuerung derselben stattfinden muss. Es passiren auf dieser Strasse jährlich etwa 35 000 Fuhrwerke, grösstentheils Fracht- und schwer beladene Reisewagen.*)

Nach Ahlburg (S. 343) schwankt der Materialverbrauch in sehr weiten Grenzen, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, die den Mittheilungen aus dem Geschäftsbereiche der herzoglich braunschweigischen Baudirection entlehnt ist. (Wir haben die braunschweigischen Maasse nach unsren Maassen zur Bequemlichkeit unsrer geschätzten Leser umgerechnet.)

---

*) Siehe Wegebau, S. 286, Anmerkung 2.

Digitized by Google

Tabelle XXVII.

Frequenz,*) Strassenlänge und Materialbedarf in den herzoglich braunschweigischen Strassenbaukreisen.

Laufende Nr.	Namen der Kreise.	Frequenz nach Verhältnisszahlen	Länge der Strasse in Kilometer (abgerundet)	Angaben der Bauart	Angaben des Unterhaltungsmaterials.	pro laufd. Meter in Cubikmetern
	Wegebaukr.					
1	Braunschw.	16,5—77,5	122,2	Quaderbahn Steinbahn Pflaster Kiesbahn fertiges Planum	Hornfels Gabbro Nord. Geschiebe Kies	0,0098—0,065
2	Wolfenbüttel	3,5—79	126,8	Steinbahn Pflaster	Hornfels Gabbro Kies	0,002—0,061
3	Helmstedt . .	8—35	132,1	Steinbahn Pflaster fertiges Planum	Hornfels Gabbro Nord. Geschiebe Roggensteine Muschelkalk Liaskalk	0,016—0,192
4	Seesen	9—28	122,2	Steinbahn Pflaster interim. Steinbahn chausseeartig gebauter Weg	Kies Hornfels Kieselschiefer Zechstein Muschelkalk Jurakalk Kreidekalk	0,016—0,08
5	Holzminden .	9—24,5	160,2	Steinbahn Interimsbahn fertiges Planum	Basalt Muschelkalk Jurakalk Dolomit Bunter Sandst.	0,012—0,096
6	Hasselfelde .	5—25	128	Steinbahn fertiges Planum rohe Strasse	Hornfels Grünstein Quarzfels Grauwacke Kieselschiefer Harzgeschiebestücke	0,004—0,065

*) Bei der braunschweigischen Strassenverwaltung versteht man unter Frequenz das Gewicht der Wagenladungen einschliesslich der Geschirre, welche im Laufe eines Tages über 7500 m (eine Längenmeile) Länge hingeführt werden. Diese Frequenz wird nach Tausenden von Kilogrammen bemessen. Um aber allzugrosse Zahlen zu vermeiden, wird ein Quotient gewählt, den man durch Division der Frequenz durch 1000 erhält, der dann die Grösse

Digitized by Google

§ 86. Unterhaltung der Steinschlag- und Grandbahnen.

Die Unterhaltung kann hier eine continuirliche oder periodische sein. Man wählt (nach der Hannov. Instruction):

a) die fortwährende Erhaltung des normalen Profiles: das sogenannte Flicksystem noch am meisten für Bahnen in günstiger Lage, die wenig Frequenz haben und mit guten Materialien versehen sind, welche ein feines Korn des Steinschlages gestatten, wo die Abnutzung durch eine Schicht ersetzt werden kann, welche wegen der Feinheit des Kornes unter beförderlichen Witterungszuständen selbst ohne Walzen zu binden ist.

Man sieht hieraus, dass die Anwendung dieses Unterhaltungssystemes eine sehr beschränkte ist, und dass man es deshalb möglichst verlassen soll.

b) Deckenlegung und hinhältliche Besserung. Besonders durchaus nöthig für Bahnen von minder widerstandsfähigem und groberes Korn erforderndem Steinschlage, weil sich durch die jährlichen Deckungen eine kräftigere Nachhülfe schaffen, und zugleich durch die künstliche rasche Bindung der in mehreren Steinlagen aufzutragenden Decken das Abrunden, Zerreiben und Zerdrücken der einzelnen Steinstücke beschränken lässt.

Dieses zweite System muss demnach entschieden dem Flicksystem vorgezogen werden. (Siehe ad 2.)

Wir haben also bei der Unterhaltung der Steinschlagbahnen und der Grandbahnen folgende Operationen zu verrichten:

1) das unausgesetzte Abheben des Staubes, Schlammes und Kothes.

2) das Ausbessern schadhafter Stellen im Pflaster (Flicksystem).

3) die Legung neuer Decken. —

---

der Frequenz ausspricht und dem man dann den Namen „Frequenzzahl" gegeben hat. Z. B. für eine Frequenz von 175 000 kg pro Tag und 7500 m Länge ist die Frequenzzahl $\frac{175\,000}{1000} = 175$. (Im Allgemeinen lässt man in den Verwaltungen diese Division fort, und sagt einfach: 175 Tonnen Frequenz.)

Digitized by Google

Ueber die zweckmässigste Wahl des Besteinungsmateriales und die Grösse des Druckes der Fuhrwerke auf die Bahn haben wir schon früher gesprochen. (S. § 49.)

1) das unausgesetzte Abheben des Staubes, Schlammes und Kothes.

Hierbei können wir uns kurz fassen, da wir im § 44 die Bildung des Staubes und Schlammes und in den §§ 45—48 die Geräthe zur Entfernung dieser Massen ausführlich beschrieben haben.

Unstreitig hängt die Menge der Schlammbildung ab von der örtlichen Lage, der Art und dem Umfange der Benutzung der Strasse, dem Unterhaltungsmateriale und der Witterung.

Es ist deshalb schwer anzugeben, wie oft man jährlich zur Entfernung dieser Massen schreiten soll.

Allgemein wird angenommen, dass man mit dem Abziehen des Schlammes beginnen muss, wenn auf dem Quadratmeter Bahnfläche 0,0018—0,0024 cbm Schlamm gelagert ist.

Im § 355 und § 356 der Hannov. Instruction heisst es:

Deckt eine stärkere Schlammmasse die Strasse, als zum Schutze der Bahn zulässig und wünschenswerth ist, so sind die Unterhaltungsarbeiten mit dem Abziehen des Schlammes zu beginnen.

Bei starker Anhäufung, sowie bei unvollständiger Auflösung des Schlammes ist das Abziehen erforderlichen Falles zu wiederholen.

Haben Geleise sich gebildet, so ist die verschlammte lockere Masse rein auszuräumen, auch sind die Geleiseinschnitte mit scharfen, lothrechten Rändern zu versehen.

Ahlburg sagt in seinem Werke über Strassenbau, S. 331:

„Sehr vorsichtig sind die Steinbahnen mit der Entfernung des Schlammes im Winter, unter wechselndem Frost- und Thauwetter zu behandeln, da sich der Schlamm leicht mit dem Deckmateriale in den Zwischenräumen der Gesteinsstücke verbindet und dasselbe bei dem Abheben des Schlammes, zum Nachtheile der Strasse, mit entfernt wird.“ —

Man hat also zu warten, bis ein starker Regen den Schlamm aufthaut.

Digitized by Google

(Die Kosten des Abhebens sind im § 46 schon berechnet worden; vergl. auch § 90.)

Nach den §§ 389 — 395 derselben Instruction wird die Beseitigung auf folgende Weise vorgenommen.

Man lässt den Schlamm nicht neben der Steinbahn erhärten, sondern schafft ihn im weichen Zustande bei Seite. Die Schlammbildung ist am meisten durch festes und dauerhaftes Gestein und grobes Korn des Steinschlages zu vermeiden.

Der Schlamm ist nach der Seite des Sommerweges, beziehungsweise des nicht zum Fusswege dienenden Banketts zu ziehen. — Wenn er an beiden Seiten der Steinbahn gelagert werden darf, so ist er von der Mitte nach beiden Seiten zu ziehen.

Stets soll der Schlamm in der Längenrichtung der Bahn abgezogen werden, wo die Oberfläche der Steinbahn Anfänge von Geleisen zeigt, oder, wo derselbe in der Breitenrichtung über ungebundenes Material gezogen werden müsste.

In der Regel ist der Schlamm im Herbst und Frühjahr abzuziehen, in letzterer Jahreszeit eine leichte Schlammdecke zu lassen. Belebte Strassen vor und in grösseren Orten sollen nach Bedürfniss häufiger gereinigt werden.

Alle Schlammhaufen, die nicht für die Strasse gebraucht werden, sollen möglichst bald fortgeschafft werden. —

Hat sich Staub in erheblichen Massen angehäuft, so ist derselbe vorsichtig und nicht zu scharf mit hölzernem Kratzer (besser jedenfalls mit einer einspännigen Strassen-Kehrmaschine — d. Verf.) abzuziehen und wie der Schlamm zu lagern. (S. Fig. 89 und 90.)

„Empfehlenswerther," sagt v. Kaven (S. 295, Anmerkung) „als hölzerne Kratzer zum Abziehen des Staubes ist ein der gewöhnlichen Harke ganz gleiches Instrument. An den Balken wird ein andres, demselben ganz gleiches Stück Holz geschraubt, nachdem vor dem Anschrauben belaubte, biegsame Reiser dazwischen geschoben sind. Das Geräth wird nicht ziehend, sondern schiebend angewandt." (Vergl. die §§ 45—47 dieses Werkes.)

Digitized by Google

2) das Flicksystem.

„Das alte Verfahren, durch vereinzelte stärkere Reparaturen die Bahnfläche zu ebnen und die Dicke wieder herzustellen oder das Flicksystem ist theuer," sagt v. Kaven, „von geringem Erfolge und zur Belästigung des Verkehres, daher zu verwerfen. Die vereinzelten kleinen Bahnreparaturen sind nur als nothwendiges Uebel zu betrachten und auf ein Minimum zu beschränken, weil sie eine hinhältliche Besserung bezwecken." —

Dieser Ansicht des geachteten Schriftstellers müssen wir vollständig beistimmen. Uebrigens wird das Flicksystem auch nach und nach sicherlich ganz entbehrlich werden und veralten, weil bei wirklich gut und solide ausgeführten Steinschlagbahnen, deren Material von gleicher Widerstandsfähigkeit ist, die Abnutzung der Oberfläche zumeist gleichmässig erfolgen wird, namentlich, wenn ein unausgesetztes Abheben des Staubes, Schlammes und Kothes vorgenommen wird. Im Allgemeinen werden sich also auf solide gebauten und sorgfältig rein gehaltenen Steinschlagbahnen, namentlich wenn dieselben nach der vorzüglichen Methode des Mac Adam ausgeführt worden, nicht so leicht Geleise, Ausmuldungen u. dergl. bilden können. Man kann daher — und hat auch mit Recht behauptet, dass, wenn sich auf der Bahn Rillen u. s. w. bilden, diese Unebenheiten nur eine Folge der Vernachlässigung der Strasse seien. —

Haben sich durch irgend welche Umstände auf der Strassenbahn aber Geleise gebildet, so hat man zunächst die verschlammte lockere Masse sorgfältig zu entfernen und die Geleiseinschnitte mit scharfen lothrechten Rändern zu versehen. Dieses Entfernen des Staubes, Schlammes und Kothes ist übrigens bei allen Steinschlagbahn-Reparaturen sorgfältig zu bewerkstelligen.

Nach den §§ 352—363 der Hannov. Instruction und unseres Erachtens hat man ferner Folgendes vorzunehmen.

Man führt die Reparaturen von:

1) Strassenstrecken, deren Bearbeitung mit der Walze erhebliche Hindernisse entgegenstehen,
2) in der Regel auch Strassenstrecken, welche eine Neigung von $\frac{1}{20}$ und darüber haben,

Digitized by Google

möglichst sämmtlich im Herbste aus und zwar stets vor Eintritt des Frostes. Die bis dahin nicht vollendeten Reparaturen sind nach dem Frostaufgange, vor Eintritt der trockenen Frühjahrszeit, fortzusetzen. Man wird also die Regenzeit der trockenen Witterung vorziehen, um ein Annässen des aufgeschütteten Materiales zu ersparen. — Am zweckmässigsten wird man immer die entferntesten Baustellen derjenigen Strecken, auf denen die Herbeischaffung der nöthigen Arbeitskräfte und die künstliche Nässung die meisten Schwierigkeiten hat, zunächst repariren.

Wenn sich die Abnutzung der Bahn in breiterer Ausmuldung eines oder mehrerer Fahrstriche darstellt — (von der Geleisbildung haben wir schon oben gesprochen) —, so wird man die Reparatur so ausführen, dass dieselbe diese Mulden (auf schmalen Bahnen je nach Erforderniss eine Mulde oder beide) in möglichst zusammenhängenden, langgezogenen Figuren in ihrer ganzen Ausdehnung überdecken.

Allgemein üblich ist es heutzutage, die Ränder der Strecken, welche ausgebessert werden sollen (nöthigenfalls auch die Grundflächen), hinreichend tief aufzulockern.*) Die

*) In früheren Zeiten waren die Ansichten über dieses Auflockern sehr getheilt, indem die Engländer beispielsweise das neue Material ohne Verletzung der Oberfläche aufschütteten, weil das Auflockern nach ihrer Ansicht nur das Eindringen der Feuchtigkeit fördert und sonst gar keinen Vortheil der Steinschlagbahn gewährt, während die Franzosen die auszubessernden Bahntheile nur etwa 15—20 mm aufpickten, weil dieses Auflockern oder Aufpicken (le picage) zur soliden Verbindung des neuen Materiales mit dem alten Strassenkörper unbedingt nöthig sei. Später traten selbst Meinungsverschiedenheiten unter den Ingenieuren jeder einzelnen Nation auf; auch die österreichischen Baubeamten waren theils für, theils gegen ein Auflockern. So finden wir beispielsweise in einer kleinen Broschüre aus dem Jahre 1838 folgende ganz interessante Stelle:

„Die Vor- und Nachtheile des Aufpickens dürften sich im Allgemeinen das Gleichgewicht halten und nur in speciellen Fällen die einen die anderen überwiegen. Ist man z. B. in der Lage, die sich bei einer neu belegten Strassenstrecke durch die Radfelgen und Pferdehufe ergebenden Materialverschiebungen bis zur Consolidirung der neuen Schicht mittelst Handarbeit zu verbessern, so dürfte das Aufpicken wohl erspart werden können. Ist dies dagegen wegen zu starker Frequenz der Strasse nicht möglich, so scheint es angemessen, hier der Handarbeit mit dem die Verbindung beschleunigenden, vorläufigen Aufpicken zu Hülfe zu kommen. Uebrigens könnte man auch zur Verminderung des nachtheiligen Wassereinsaugens bei aufgepickten Strassen, die gehörig elliptisch geformte Oberfläche nur nach den ohnehin stärker fallenden

Digitized by Google

Arbeiter führen dabei gewöhnlich die Kreuzhacke (Spitz- oder Breithacke), möglichst flach nicht auf, sondern gegen die zu lockernden Steine.

Nach dieser Auflockerung wird das zu verbauende Steinmaterial gesiebt und von allen fremden Beimischungen befreit und auf die auszubessernden Bahntheile geschüttet, möglichst dicht zu einer Steinlage zusammengeschoben, und schliesslich die losgehauene Masse an den Rändern angezogen.

Bei einer sorgsamen Unterhaltung der Strasse darf bei solchen Flickarbeiten nur so viel Material aufgebracht werden, dass im Ganzen das normale Profil der Strassen erhalten wird. In der Regel wird man also mit diesem Materiale möglichst zu sparen suchen.

Schliesslich wird die ausgebesserte Pflasterstrecke abgewalzt oder abgerammt oder durch die Fuhrwerksräder gedichtet und zwar:

1) abgewalzt, wenn die Strassenstrecken höchstens eine Neigung von $\frac{1}{20}$ haben und mindestens 2300 cbcm Material pro Quadratmeter verbaut ist;

2) abgerammt, wenn der Bearbeitung der Strassenstrecken mit der Walze erhebliche Schwierigkeiten im Wege stehen und eine gute Dichtung der ausgebesserten Strecke durch die Fuhrwerksräder nicht zu erwarten ist; hierbei wird stets ein Bindematerial benutzt;

3) durch die Fuhrwerke consolidirt, wenn die Walze keine Verwendung finden kann und die Dichtung der ausgebesserten Stellen besser durch die passirenden Fuhrwerke als durch Rammen oder Stampfen voraussichtlich erfolgen wird.*)

---

beiderseitigen Streifen etwas aufpicken, die beinahe horizontale Strassenmitte aber unberührt lassen. Hierbei würde das in der Mitte liegende neue Material einen Stützpunkt an dem beiderseits auf den aufgepickten Theilen befindlichen erhalten, die Einsaugung aber hier nur sehr gering sein, weil das Wasser von der stärker convexen Oberfläche besagter Seitentheile, der Aufpickung ungeachtet, schneller als von der Mitte abfliesst." —

(S. v. Paulucci, „Der Chausseebau in England u. s. w." Wien 1838, S. 65 u. 66.)

*) Um die Fuhrwerke zu zwingen, nur einen bestimmten Theil der Strassenbahn zu benutzen, legt man in gleichen Entfernungen von 80—100 m der Bahn entlang lothrecht gegen die Bordsteine gerichtete Abweisesteine oder Spursteine, welche das Fuhrwerk zwingen, in Schlangenlinien zu fahren,

Digitized by Google

Damit die reparirten Stellen schneller und sicherer consolidirt werden, legt man sogenannte Sperrzeichen aus. Haben die ausgebesserten Bahntheile eine gehörige Dichtung erreicht, so streut man, wie bei den Neubauten, Steingrus darüber oder fegt dasselbe eventuell mit scharfen Besen ein.

3) die Deckenerneuerung.

Nach § 365 sind Decken dann anzubringen, wenn:

1) bei Steinschlagbahnen, die aus gleichartigem Materiale gebaut sind, die Decke in der Regel bis auf die Bordhöhe, ausnahmsweise bis auf etwa 2,5 cm unter der Bordhöhe abgenutzt ist.

2) bei Steinschlagbahnen mit Decken aus besserem Materiale die Decke ganz abgenutzt ist. Erscheint eine Verstärkung der aus besserem Materiale bestehenden Decke erforderlich, so darf die Abnutzung bis zu dem Maasse dieser Verstärkung fortgesetzt werden, sofern sich nicht durch Heben der Bord- oder Kantensteine die Verstärkung vortheilhafter beschaffen lässt.

3) die Steinschlagbahnen, bevor dieselben bis auf die Bordhöhe abgenutzt sind, durch hinhältliche Besserungen nicht in ebener Oberfläche erhalten werden können, und wenn der Verkehr durch einen solchen Zustand der Chaussirung belästigt wird. —

Bei Anlage einer neuen Steinschlagbahn hat man sich schon zu entscheiden, ob man das Flicksystem oder die Deckenerneuerung demnächst zur Ausführung kommen lassen will. Da das letztere System unleugbar grosse Vorzüge vor dem Flicksystem hat, wie wir schon mehrfach hervorhoben, so wird man sich wohl stets für die Deckenerneuerung entschliessen und von vornherein hiernach die Strasse bauen.

Am vollkommensten kann der Deckenbetrieb nun bei den makadamisirten Strassen durchgeführt werden, weniger gut bei Steinschlagbahnen mit Pack-

---

wodurch bei häufiger Verlegung der Spursteine das Einschneiden von Geleisen bei der noch nicht vollständig fertigen Bahn verhindert wird. Die Spursteinköpfe sollen dabei von dem gegenüber liegenden Bordsteine, je nach der Breite der Strasse, etwa 2,5—4 m entfernt sein. Um nicht verkehrsstörend und lästig zu werden, sollen in der Regel die Spursteine nur 1—2 km der Steinschlagbahn bedecken, dann soll erst eine ebenso lange Strecke unbelegt kommen, bevor wieder Spursteine ausgelegt werden. Bei eintretender Dunkelheit sollen die Spursteine stets beseitigt werden. —

Digitized by Google

lager-Unterbau und bei diesen nur dann, wenn die Decken so stark angelegt werden, dass der Raddruck bis zur Tiefe des Packlagers thunlichst abgeschwächt und die Abnutzung keine zu unregelmässige wird. Aus diesem Grunde wird man also stets am rationellsten verfahren, wenn man nur Makadamchausseen baut.

Bei diesem Deckenbetrieb lässt man also die Strassenoberfläche sich so weit abnutzen, bis eine Deckenerneuerung nothwendig wird, und nur dann bessert man Unebenheiten der Bahn aus, wenn die Vertiefungen mindestens der Stärke eines Steines entsprechen.

Die Frage, wie weit man die Steinschlagbahn sich abnutzen lassen solle, bevor man zu einer Deckenerneuerung schreitet, ist nur zu entscheiden unter Berücksichtigung der Bauart, der Lage, der Breite, dem Gefälle der Strasse und der Lebhaftigkeit und der Art des Verkehres auf derselben.

In der Regel wird man zur Erneuerung der Decke schreiten, wenn die Abnutzung beträgt:

1) bei schmalen Strassen (bis etwa 5 m Breite) $\frac{1}{4}$ der Höhe des Steinbahnkörpers,

2) bei breiteren Strassen (von 5—7,5 m Breite) $\frac{1}{3}$ der Höhe des Steinbahnkörpers,

3) bei den breitesten Strassen, namentlich aber bei Makadamstrassen bis sogar $\frac{1}{2}$ der Höhe des Steinbahnkörpers. Wieder ein grosser Vorzug der makadamisirten Strassen! —

Bei dem Deckenbetriebe theilt man die Wiederherstellung der abgenutzten Bahn in Strecken ein, deren Länge abhängt von der Frequenz und den besonderen Verhältnissen der Strecke und sich als ein Quotient ergiebt, wenn eine bestimmte längere Strecke (von etwa 5—10 km Länge) durch die Anzahl der Jahre dividirt wird, welche erfahrungsgemäss eine neue Ueberschüttung bis zur gänzlichen Wiederabnutzung aushält. Hiernach wird die Länge der Strecken schwanken zwischen 375 und 700 m.

Wie bei dem Flicksysteme, so müssen auch hier die Deckenerneuerungen möglichst im Frühjahre vorgenommen werden und

Digitized by Google

nur dann zu einer andren Jahreszeit, wenn dies wegen ganz besonderer Umstände nöthig ist.

Die Deckungsarbeit ist nun folgende:

Zunächst wird die Strasse gereinigt von dem Staube, Schlamme und Kothe (vergl. ad 1 dieses Paragraphen), und darauf werden alle sich etwa auf der Strassenoberfläche zeigenden Unebenheiten, Vertiefungen, Mulden, Geleise nach den Vorschriften ad 2 dieses Paragraphen ausgeglichen, namentlich dann, wenn die neu aufzutragende Decke aus festem Materiale mindestens eine Stärke von etwa 4—5 cm erhalten soll.

Ist dies geschehen, so wird die neue Decke, deren Material durch Sieben von allen fremden Beimischungen befreit ist, aufgebracht.

(§ 371.) Ist wegen besonderer Glätte und Festigkeit der Bahn Verschiebung des Deckenmateriales unter der Walze zu befürchten, so ist entweder die Oberfläche der Bahn rauh zu machen oder es sind in Abständen von etwa 1—1,25 m von jedem Borde ab in der Richtung nach der Mitte Rillen von der Tiefe eines Steinkornes und etwa 1,0 m Länge einzuhauen. Diese Rillen sind über die ganze Breite der zu deckenden Fläche zu ziehen, wenn die Bahn eine Neigung von $\frac{1}{20}$ und darüber hat. Wird nicht die ganze Breite der Strasse gedeckt (§ 372), so sind den Seitenrändern der herzustellenden Decke entlang Rillen von eines Steinkornes Tiefe einzuhauen, deren äusserer Rand lothrecht steht, und deren Sohle nach innen flach verläuft.

(§ 373.) Erfordert die Aufbringung des Deckmateriales einen längeren Zeitraum, und ist ein Sommerweg nicht vorhanden oder schwer zu passiren, so ist auf Steinbahnen von etwa 4 m Breite und darüber ein mindestens 2 m breiter Streifen in der ganzen Länge der zu legenden Decke am Borde für den Verkehr einstweilen offen zu halten und erst nach Ueberschüttung der übrigen zu deckenden Strassentheile mit Steinschlag zu belegen.

(§ 374.) Die neuen Decken sollen an den Endpunkten in die Fläche der nicht gedeckten Bahnstrecken allmälig übergehen.

Selbstverständlich wird die Decke angenässt und dann gewalzt und mit der Erneuerung der Steinschlagdecke zugleich

Digitized by Google

auch eine allgemeine Regelung des Strassenquerprofiles, so weit dies nöthig sein sollte, vorgenommen.

Uebrigens gelten bei der Deckenerneuerung dieselben Regeln wie bei den Neubauten, vergleiche deshalb die betreffenden Paragraphen.

Vergleiche: Anhang V und VI.

V. Herstellungs- und Unterhaltungskosten der Steinpflasterungen.

§ 87. A) Die Kosten der Herstellung des Untergrundes, der Unterbettung und der Fugenfüllung.

Ueber die Quantitäten des Steinmateriales haben wir bereits bei den einzelnen Pflasterungssystemen das Nothwendigste gesagt. Es erübrigt nur noch, den Materialverbrauch für die Unterbettung näher festzustellen.

Bei Steinpflasterbahnen kann man annehmen, dass pro Quadratmeter Pflasterung und pro Centimeter Sandbettungstiefe 0,01 cbm Sand erforderlich ist.

Bei Klinkerbahnen ist die Unterbettung gewöhnlich 40 cm tief, so dass pro Quadratmeter Pflasterung 0,4 cbm Unterbettungskies oder dergl. zu rechnen ist. —

Die Kosten der Unterbettung u. s. w. betragen im Allgemeinen pro Quadratmeter Pflasterung:

1) für eine 20 cm starke Kieslage incl. Kiesfüllung der Fugen . . . . . 2,0—2,5 M.
2) für eine 18 cm starke Schotterlage einer 8 cm starken Kieslage incl. Kiesfüllung der Fugen 2,5—3,5 „
3) für eine Unterbettung wie ad 2, aber Mörtelfüllung der Fugen . . . . . 3,0—4,0 „
4) für eine 15—20 cm starke Betonlage . . . 2,0—3,0 „
5) für eine 15—20 cm starke Schotterlage . . 2,0—2,5 „

Für das Zurichten des Sandbettes einer Pflasterbahn d. h. für das Einbringen des Sandes oder Kieses, für das Ebenen desselben, das Einschlämmen, das Abrammen oder Abwalzen rechnet man pro Quadratmeter Pflasterung etwa 6—8 Pf.

Digitized by Google

Für das Zurichten des Sandbettes einer Klinkerbahn rechnet man pro Quadratmeter Pflasterung 12—15 Pf.

Für das Reguliren des Erd- oder Pflasterkastens nach der Schablone rechnet man bei einer Fahrbahn:

a)	von	3,0	m	Breite	pro	laufenden	Meter	.	.	.	5— 7 Pf.
b)	„	3,5	„	„	„	„	„	.	.	.	7— 9 „
c)	„	4,0	„	„	„	„	„	.	.	.	9—11 „
d)	„	4,5	„	„	„	„	„	.	.	.	11—13 „
e)	„	5,0	„	„	„	„	„	.	.	.	12—15 „
f)	„	5,5	„	„	„	„	„	.	.	.	14—16 „
g)	„	6,0	„	„	„	„	„	.	.	.	15—20 „

Für das Messen von einem Cubikmeter groben Grand zahlt man gewöhnlich 12—15 Pf.

Für das Messen von einem Cubikmeter feinen Grand zahlt man gewöhnlich 10—13 Pf.

Für das Messen von einem Cubikmeter Lehm zahlt man gewöhnlich 10 Pf.

Für das Messen von einem Cubikmeter Sand zahlt man gewöhnlich 7—10 Pf.

§ 88. B) Die Kosten der Pflasterbahnen.

Nach den uns vorliegenden amtlichen Berichten und statistischen Notizen kostet, wenn nichts andres bemerkt, incl. Erdarbeit der Quadratmeter Pflasterung:

In Berlin (s. § 85 und D. Bauztg. 1877, S. 116) das Steinpflaster 9,5—19,3 M. excl. Erdarbeit, wie folgende Tabelle zeigt.

(Hierbei ist zu bemerken, dass die Unterbettung, welche aus groben Steinen und Kies besteht, dort mit der Dampfwalze neuerdings fest gedichtet wird, was, wie wir bereits mehrere Male hervorhoben, nur empfohlen werden kann.)

Digitized by Google

Tabelle XXVIII der Kosten der Steinpflasterungen in Berlin.

Laufende Nr.	Beschaffenheit der Pflastersteine	Kopfgrösse darf betragen	Unterbettung	Kosten der Steine pro Quadratmeter. Mark	Gesammtkosten inkl. Fahrbahn, Unterbettung u. s. w. pro Quadratmeter Mark	Angenommene Dauer: Perioden	Angenommene Dauer: Jahre	Rechnungsmässige Kosten pro Jahr und pro Quadratmeter Pflasterung Mark
1	Steine von regulärer Würfelform:	20 cm	18 cm Schotter, 6 cm Kies.	19,3	34,63	3	40	0,86
2	Desgleichen:	15/16 cm		16,0	26,08	2	21	1,24
3	Steine von gewöhnlicher Würfelform:	20 cm		13,2	22,93	2	20	1,17
4	Desgleichen:	15/16 cm		12,5	17,30	1	10	1,73
5	Steine von regulärer Prismenform:	20/12 cm		18,5	27,05	2	22	1,23
6	Desgl. von gewöhnlicher Prismenform:	20/12 cm		13,5	18,06	1	7	2,58
7	Desgleichen:	20/10 cm		12,0	20,93	2	14	1,49
8	Reihensteine (Kopfsteine):	20 cm		11,5	16,40	1	9	1,82
9	Desgleichen:	15/16 cm		9,5	13,98	1	6	2,33
10	Desgl. von geringerer Qualität:	20 cm		10,0	14,72	1	6	2,45

Wir sehen hieraus, dass die Pflasterbahnen aus Pflastersteinen mit **regulärer Würfelform** die allerbesten, dauerhaftesten und billigsten sind. —

In **Breslau**:

Pflaster **dritter** Klasse auf 30 cm starker Unterbettung von Odersand . . . . . 10,50 M.

Pflaster **vierter** Klasse auf 30 cm starker Unterbettung von Odersand . . . . . 8,50 „

Pflaster **fünfter** Klasse auf 30 cm starker Unterbettung von Odersand . . . . . 6,50 „

Digitized by Google

In Carlsruhe:

a)	Anschaffung der Pflastersteine (harte Sandsteine aus eigenen Brüchen) sammt Beifuhr .	3,25 M.
b)	Herstellung des Pflasterbettes	0,30 „
c)	Sandbedarf und Verschiedenes	0,50 „
d)	Pflasterarbeit	0,55 „
	Zusammen pro Quadratmeter	4,60 M.

Hierbei wird angenommen, dass ein gutes Pflaster 20—30 Jahre Dauer hat.

In Dresden kostet der Quadratmeter Pflasterung
aus bossirten Pflastersteinen . . 11,00 M.,
aus rauhen Pflastersteinen . . . . 5—6,00 „
Unterhaltung pro Quadratm. u. Jahr 0,04—0,05 „

In Frankfurt am Main: 7,50—8 M.

In Köln am Rhein: Basaltpflaster . . . 7,4 M.,
Grauwackenpflaster . 9,0 „
pro Quadratmeter Fahrbahn.

In Leipzig: Bei vollständiger Herstellung, d. h. Erdarbeiten, Entwässerungssielen, Fusswegen von Granitplatten und mit sogenannten bossirten Steinen befestigte Fahrbahnen:

für 14,0 m breite Strassen etwa 215 M. pro laufenden Meter,
„ 17,0 „ „ „ „ 254 „ „ „ „
„ 23,0 „ „ „ „ 306 „ „ „ „
„ 34,0 „ „ „ „ 320 „ „ „ „
wenn bei diesen breiten Strassen auch Kieswege vorhanden sind,
für dieselben Strassen etwa 418 M. pro laufenden Meter, wenn die Fahrbahnen nur gepflastert sind.

Spezielle Berechnungen der Unterhaltungskosten fehlen.

In London (s. D. Bauztg. 1877) beträgt die Dauer und Kosten von 1 qm Granit-Pflasterungen:

Digitized by Google

Tabelle XXIX.

Angabe der Strassen	1	2	3	4	5
	Granit-Pflasterungen				
	Dauer, erfahrungsmässig oder nach Schätzg.	Gesammte Anlage-	Gesammte Unterhaltungs-	Summa der Kosten	Jahres-Kosten (Kol. 1.)
	Jahre.	Kosten M.		M.	M.
Cheapside	15	19,0	10,0	29,0	1,93
Poultry	8	19,0	7,5	26,5	3,30
Old Broad Street . .	20	19,0	5,9	24,9	1,25
Moorgate Street . . .	15	19,0	5,5	24,5	1,63
Grace Church Street	—	—	—	—	—
Finsbury Pavement.	—	—	—	—	—
Lombard Street . . .	20	19,0	6,4	25,4	1,27
Cornhill Street . . .	—	—	—	—	—
Minsing Lane	—	—	—	—	—

In Paris: Pflasterung mit rechtwinkligen Pflastersteinen von $\frac{10}{16}$ auf 16 cm Grösse pro Quadratmeter durchschnittlich 16 M. Die Unterhaltungskosten (s. § 83) betrugen für 1 qm Pflasterung im Jahre 1872—1875 1876 1878

etwa 0,39 0,4 0,42 M.

In Stuttgart:

a) Liaskalksteinpflaster

1) bei 20 cm hohen Steinen. 8,00 M. pro Quadratmeter,
2) „ 17 „ „ „ . 6,60 „ „ „

b) Melaphyrsteinpflaster . . . 11,50 „ „ „

c) Granitpflaster . . . . . 15,50 „ „ „

Die Unterhaltungskosten sind sehr schwankend, zwischen 0,2—1,0 M. pro Quadratmeter je nach der Lage, der Breite, dem Gefälle und der Lebhaftigkeit des Verkehres der Strasse.

In Strassburg im Elsass: siehe Anhang.

In Stettin: Herstellungskosten exclusive Erdarbeit, Trottoirs und Bordschwellen, pro Quadratmeter 4—5 M. (das Pflaster besteht theils aus prismatischen, theils aus klein zerschlagenen Granitsteinen).

In Warschau:

Norwegisches Granitpflaster pro Quadratmeter 22—45 (!) M.
Porphyrsteinpflaster „ „ 40 (!) M.

Endlich lassen wir noch folgen

Digitized by Google

Tabelle XXX

über Dauer und Kosten von 1 qm Granit-Pflasterung in den Strassen von Wien.

Art der Strassen.	1 Dauer Jahre	2 Gesammte Anlage-Kosten Mark	3 Unterhaltungs-Kosten Mark	4 Summa der Kosten Mark	5 Jahreskosten (Kol. 1) Mark	6 Bemerkungen
Schmale (unter 8 m breite) Strassen mit grosser Frequenz.	18	13,0—14,0 (Pflasterung) 2,5— 3,0 (Bettung) 15,5—17,0	6,0—7,0	21,5—24,0	1,20—1,33	Zweimalige Umlegung des Pflasters.
Breite Strassen mit grosser Frequenz od. schmale Strassen mit gewöhnlicher Frequenz.	32	Wie vor.	7,5—8,5	23,0—25,5	0,72—0,80	Desgl.
Strassen mit geringer Frequenz.	56	Wie vor.	10,5—13,0	26,0—30,0	0,46—0,53	Desgl., vielleicht eine dreimalige. Tritt diese nicht ein, so sind die Kosten nahezu wie bei voriger Gruppe.

Digitized by Google

§ 89. C) Die Kosten der Klinkerbahnen.

Zu einem Quadratmeter Klinkerpflasterung sind, wie wir im § 77, S. 301 bereits bemerkten, 75—100 Stück Klinkersteine erforderlich. Rechnen wir nun, dass 1000 gute Klinker etwa 36 M. kosten, so wird also der Quadratmeter Pflastersteine 2,7 — 3,6 M. im Durchschnitt kosten. Da eine Klinkerbahn eine Unterbettung von 30—40 cm hat, so wird dieselbe pro Quadratmeter etwa 2 — 3 M. kosten, deren Zurichtung (nach § 87) 12—15 Pf. Kosten verursacht. Ferner sind noch die Kosten der Bordsteine in Rechnung zu bringen, die wie bekannt aus Bruchsteinen bestehen und etwa 8 — 10 cm stark und 24—35 cm hoch sind, oder auch aus Klinkern hergestellt sind. Im ersteren Falle braucht man etwa 0,13 — 0,15 cbm Steinmaterial, im letzteren Falle etwa 30 Stück Klinker (mit Einrechnung des Bruches) pro laufenden Meter, so dass der laufende Meter Bord- oder Kantensteine etwa 1,1 M. (wenn Klinker) bis 6,0 M. (wenn Bruchsteine) kosten wird.

Hiernach werden also die Herstellungskosten einer Klinkerbahn betragen:

1)	Klinkermaterial	2,7 — 3,6	M.	pro Qu.-M.
2)	Klinkerpflaster herzustellen, incl. Einschlämmen des Pflasters. Je nach der Tüchtigkeit der Arbeiter	0,16— 0,23	„	„ „
3)	Material zur Unterbettung einer Klinkerbahn	2,00— 3,00	„	„ „
4)	Zurichten u. s. w. derselben . .	0,12— 0,15	„	„ „
5)	Bordsteinmaterial	1,1 — 6,00	„	„ „
6)	Verschiedenes (Planirung des Untergrundes, Sanddecke u. s. w.)	0,1 — 0,2	„	„ „
	Summa:	6,18—13,18	M.	pro Qu.-M.
	Im Durchschnitt also etwa	9—10	„	Pflaster.

Die Unterhaltungskosten betragen je nach der Lage, Breite, dem Gefälle und der Frequenz der Strasse 0,2—1,25 M. pro Quadratmeter Pflasterung und pro Jahr.

§ 90. D) Die Kosten der Steinschlagbahnen.

Im § 63 haben wir schon die Menge der zu Steinschlagbahnen nöthigen Materialien angegeben und berechnet. Für den

Digitized by Google

Quadratmeter Fahrbahn kann man hiernach die Kosten des Steinschlages zu 4—12 M. annehmen, die Unterhaltungskosten eines Quadratmeters Steinschlagbahn zu ungefähr 0,5—2,0 M.

„In ebener Gegend mit einigem Materialvorrath," sagt das D. Bauhandb. S. 204, „werden pro Kilometer Chaussee etwa 7500 M., in Marschgegenden, wo Steinmaterial und Erdarbeiten hoch im Preise sind, bis zu 30000 M. Baukosten pro Kilometer erfordert, wobei 10 — 20 % für Grunderwerb gerechnet sind. Im Durchschnitt kostet in Preussen in neuerer Zeit 1 km Chaussee 10000 M."

Nehmen wir diesen letzteren Werth an, so kostet also der laufende Meter Steinschlagbahn in Preussen 10 M.

In Frankreich kostet nach den uns vorliegenden Berichten der Quadratmeter Chaussirung:

a) mit silex etwa . . . . . 8,00 M.,
b) mit meulière etwa . . . . . 9,12 „
c) mit porphyre etwa . . . . 9,85 „

Hierzu gepflasterte Kandel pro Quadratmeter 8,16 M.

In Paris betrug die Unterhaltung der Makadamstrassen:

im Jahre 1872—1875	1876	1878
1,44	1,70	1,60 M. pro Qu.-M. Fahrbahn.

In Baden: der Quadratmeter Pflasterung herzustellen

a) aus harten Porphyrsteinen . . 5,50 M.,
b) aus harten Sandsteinen . . . 3,00 „

Die jährlichen Unterhaltungskosten belaufen sich auf 0,40 M. für das Porphyrpflaster und auf 0,60 M. für das Sandsteinpflaster.

Specielle Kostenberechnungen.*)

a) der Unterbau der Steinschlagbahnen.

1) Unterbau von Sand oder Kalkbruchsteinen zu bilden, das Material in 86 — 150 cbcm grosse Stücke zerschlagen und zu verbauen:

*) Nach den Kostentabellen von v. Kaven, siehe Wegebau, S. 556—558. — Diese Werthe können selbstverständlich nur als Durchschnittswerthe angesehen werden.

Digitized by Google

	Pro laufd. Met. in Pfennigen.
a) bei 3,00 m Breite der Bahn	21—26
b) „ 3,50 „ „ „ „	26—32
c) „ 4,00 „ „ „ „	32—43
d) „ 4,50 „ „ „ „	43—54
e) „ 5,00 „ „ „ „	54—64
f) „ 5,50 „ „ „ „	58—74
g) „ 6,00 „ „ „ „	70—76

	Pro cbm in Pfg.
2) Sandsteine in obiger Grösse zum Unterbau zu zerschlagen	50
3) Kalksteine in obiger Grösse zum Unterbau zu zerschlagen	63
4) Kiesel in obiger Grösse zum Unterbau zu zerschlagen	75—126

b) die Deckenbildung der Steinschlagbahnen.

	Pro cbm in Pfg.
1) Muschelkalkstein zur Decke nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen . . .	94
2) Grobkörnigen Muschelkalk zur Decke nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen	84
3) Portlandkalkstein zur Decke nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen . . .	76—100
4) Korallenkalk zur Decke nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen	75—78
5) derselbe zur Reparatur der Decke nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen . . .	88
6) Grauwackensandstein zur Decke nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen .	190
7) derselbe zur Reparatur der Decke nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen . . .	226
8) Basalt zur Reparatur nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen	226
9) Keupersandstein zur Reparatur nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen .	226
10) Kiesel (nord. Geschiebe) nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen	118—140
11) Groben Grand zur Reparatur nach einem Würfel von 3,6 cm Seite zu zerschlagen . . .	94—126

Digitized by Google

	Pro cbm in Pfg.
12) Zerschlagene Kalksteine in Decken zu verbauen	25—38
13) dieselben in Reparaturen zu verbauen	50
14) zerschlagene Hartsteine in Decken zu verbauen	25
15) zerschlagene Hartsteine in Reparatur zu verbauen	50—90
16) zerschlagene Kiesel (nord. Geschiebe) oder groben Grand in Decken zu verbauen	25—38
17) dieselben in Reparaturen zu verbauen	50—63
18) Gewöhnlichen Sandstein zu Bindematerial fein zu zerschlagen	19
19) Hartsteine (Grauwacke, Basalt, Keupersandstein) vor dem Verbauen zu sieben	38

c) das Auflagern der Steine.

	Pro cbm in Pfg.
1) Lagerhafte Bruchsteine in Haufen aufzuruthen	16
2) nicht lagerhafte Bruchsteine in Haufen aufzuruthen	18
3) Kiesel (nord. Geschiebe) in Haufen aufzuruthen	18
4) Theure, nicht lagerhafte Bruchsteine, sorgfältig aufzuruthen	100—240

d) Beseitigung des Staubes, des Schlammes, des Kothes.

Beim Abschlämmen der Steinschlagbahnen kann 1 Arbeiter pro Tag 600—800 qm, eine mit 2 Pferden bespannte Maschine für denselben Kostenbetrag pro Tag aber 8000—10000 qm reinigen (s. § 122). Man wird also am zweckmässigsten stets Maschinen (Abzugsmaschinen) zum Abziehen des Schlammes verwenden. Kostenberechnung hierfür in den §§ 121, 122 näher angegeben.

Das Abschlämmen fertiger Bahnen: den Schlamm abziehen, in Haufen bringen und bei der Abfuhr aufzuladen kostet bei einer Breite der Steinschlagbahn von

Digitized by Google

3,5 m	.	8—10	Pf.	pro	laufenden Meter,
4,0 „	.	10—12	„	„	„ „
4,5 „	.	12—15	„	„	„ „
5,0 „	.	15—16	„	„	„ „
5,5 „	.	16—17	„	„	„ „
6,0 „	.	17—18	„	„	„ „

Beim Strassenfegen leistet 1 Arbeiter pro Tag 3000—4000 qm.

Beim Strassenfegen leistet eine einspännige Kehrmaschine 30 000—40 000 qm, deren Kosten wir schon im § 46 berechnet haben.

Zum Besprengen der Strasse mit Wasser sind (nach dem D. Bauhandbuch S. 203) pro Tag einer Saison, welche 120 bis höchstens 140 Tage umfasst, etwa 25—35 cbm Wasser zu rechnen, womit etwa 3 km Strassenlänge theils ein-, theils zweimal angefeuchtet werden können. Man braucht dazu in der Regel nur einen Sprengwagen, wenn man das Wasser in demselben Revier, in welchem gesprengt werden soll, entnehmen kann. Benutzt man zum Besprengen der Strasse Hydranten, so müssen dieselben in einer Entfernung von etwa 100 m von einander liegen.

Digitized by Google

Fünfter Abschnitt.

Das Asphaltpflaster.

§ 91. Allgemeines.

Unter Asphaltstein versteht man den mit Bergtheer durchzogenen Kalkstein. — Nach der Methode des Grafen Sasseny (1832) bereitet man heutzutage aus diesem Asphaltstein den sogenannten Mastix, der mit Hilfe des natürlichen Bergtheeres zum Schmelzen gebracht wird. Es bildet demnach der Asphaltmastix ein zusammengeschmolzenes Gemisch von gepulvertem Asphaltstein und Bergtheer. Der Mastix kommt in Broden von 25 kg in den Handel und wird bezogen aus dem Val de Travers, im Kanton Neufchatel; aus Seyssel im französischen Departement Ain (1802 entdeckt); aus Volant und Chavaroche (und zwar führen diese Asphaltquellen sämmtlich Kalksteine der oberen oder weissen Juraformation); ferner befinden sich Asphaltlager bei Seefeld in Tyrol, bei Lobsann im Elsass, auf der dalmatischen Insel Brazza, auf Sicilien, in Limmer bei Hannover und in Vorwohle im Braunschweigischen (seit 1843 benutzt).

Dieser letzte Asphalt — schlankweg der deutsche genannt — steht den ausländischen Arten um nichts nach, sondern er erhielt sogar auf der Londoner Ausstellung vor diesen den Vorzug und den ersten Preis. Deshalb wird der deutsche Asphalt vielfach zu Strassenbauten und in einzelnen Fällen auch mit sehr gutem Erfolge benutzt. —

Der beste Asphalt, d. h. derjenige, welcher sich für alle Verfahrungsweisen eignet, kommt aus dem Val de Travers;

Digitized by Google

er enthält 11—12 % Bitumen.*) Nach ihm folgt der Mastix aus Seyssel, welcher 6—7 % Bitumen führt.

In neuerer Zeit hat man auch vielfach künstlichen Asphalt hergestellt, ihn aus Bergtheer und aus Kalkstein fabrizirt. Man hat diesen künstlichen Asphalt auch als Rückstand bei der Destillation des Steinkohlentheeres erhalten, so dass dieser Asphalt also ein Gemisch von Steinkohlentheer, Harz und Kreide bildet. Er ist bei Weitem schlechter als der natürliche und vorsichtig zu verwenden. Mit ihm sind viele Schwindeleien getrieben: er wurde als ächter verkauft, bewährte sich natürlich nicht, weil nur der reine und unverfälschte Asphalt die bekannten vorzüglichen Eigenschaften besitzt, und schadete so der ganzen Asphaltindustrie.

Der künstliche Asphalt ist ganz gut für Isolirschichten in Wohnhäusern und Brücken, zum Ueberziehen von starkem Papier oder Pappe, aus welchem Gas- oder Wasserleitungsröhren geformt werden, sowie zum Auskleiden von Brunnen und Cisternen u. s. w., für Trottoirs oder gar Strassendämme eignet er sich aber ganz und gar **nicht**. Selbst bei untergeordneteren Strassen, d. h. bei solchen, auf denen nur ein sehr schwacher Wagen- und Fussgängerverkehr herrscht, sollte man diese Surrogate niemals verwenden! — Sie sind nur wenig billiger als der natürliche Asphaltmastix und dennoch mindestens um die Hälfte schlechter als dieser.

§ 92. Eintheilung und Wahl des Materiales.

Bei der Herstellung des Asphaltpflasters unterscheidet man folgende Methoden:

I. Das **gegossene** Asphaltpflaster,

II. Das **gepresste** Asphaltpflaster.

Bei dem Letzteren wollen wir noch die Eintheilung machen:

a) die alte (englische und französische) Herstellungsweise,

b) jetzt allgemein übliches System,

c) neue Berliner Probepflasterungen.

*) Die unvermischten Bitumina sind bekanntlich: das Steinöl oder auch Naphtha genannt, das Erdöl oder Petroleum, der Bergtheer oder Malthe und endlich das Erdpech oder der Asphalt.

Digitized by Google

Zu dem gegossenen Asphaltpflaster kann man alle im § 91 aufgezählten natürlichen Asphaltarten nehmen, besonders aber eignet sich hierzu der deutsche Mastix. Dagegen bezieht man für das gepresste Verfahren das Material am zweckmässigsten aus dem Val de Travers oder aus Seyssel. Zumeist ungeeignet hierfür ist der deutsche Asphalt, weil er, wenn er aus Limmer stammt, zu fett und namentlich zu weich ist und deshalb leicht im Sommer die Eindrücke der Wagenräder, Pferde, ja selbst Fussgänger aufnimmt und dauernd behält, — oder weil er viel zu mager ist, wenn er aus Vorwohle kommt.

Selbst zu dem gegossenen Pflaster würde sich — wie wir noch später sehen werden — der blosse Limmer-Asphaltmastix wegen seiner grossen Fettigkeit nicht gut eignen.

Bei dieser Herstellungsweise einer Asphaltbahn setzt man dem Limmer-Asphalt Quantitäten Vorwohle-Asphalt bei und erhält dann ein ganz ausgezeichnetes Gemisch.

A. Das gegossene Asphaltpflaster.

§ 93. Allgemeine Anordnungen.*)

Bei der Herstellung des gegossenen Asphaltpflasters ist es ein Haupterforderniss, dass die Unterlage sich niemals senkt, damit der Asphalt nicht brüchig werden und das Wasser in diesen Senkungen nicht verweilen kann.

In der allerjüngsten Zeit der Asphaltindustrie legte man das Asphaltpflaster direct auf den Sand. Dies wollte sich aber nicht bewähren und führte zu der Einsicht, dass man die Erdoberfläche künstlich noch befestigen müsse. Man legte Ziegelsteine glatt auf den Sand, über denen dann die Asphaltdecke ausgebreitet lag. Aber auch diese Unterlage bewährte sich nicht, sondern veranlasste vielfach Unebenheiten im Pflaster. Deshalb verwarf man diese Anordnungsweise und griff zu dem besten, freilich theuersten Untergrunde: zu dem Beton. (S. § 94.)

Der Beton wird möglichst gleichmässig und eben auf der Erdoberfläche ausgebreitet, damit er auch eine möglichst gleich-

*) Nach einem Bericht der „Compagnie générale des asphaltes."

Digitized by Google

mässige und ebene Asphaltschicht aufnehmen kann, wodurch die Dauer des Pflasters gesteigert, die Kosten aber verringert werden, weil man kein Material vergeudet.

Sobald als dieser Betonuntergrund vollständig trocken und seine grösste Festigkeit erlangt hat, wird der Asphaltmastix, der bei einer Temperatur von 150—170° Celsius zu einer breiartigen Masse mit Zusätzen von Sand und Bergtheer geschmolzen ist (s. § 95), mit grossen Löffeln zunächst an die Stellen gegossen, wo sich der Asphalt anschliessen soll, um dessen Fugen zu verbinden und einen stetigen Zusammenhang zu bewirken. Falls man dies nicht beobachtet, so verschmelzen sich die verschieden gegossenen Streifen nur sehr schlecht mit einander.

Die Asphaltdecke ist gewöhnlich 2,5—10 cm stark, und zwar richtet sich die Stärke stets nach der Grösse des Verkehres.

Unter raschem Druck des sogenannten Spatels wird die Asphaltmasse auf dem Untergrunde ausgebreitet. Hierauf wird sofort Sand auf die Masse gestreut und auf diesen Sand dauernd geschlagen. Durch dieses gleichmässige Schlagen soll sich die obere Schicht der Asphaltmasse, die stets weniger Sand als die unteren Schichten aufgenommen hat, hinreichend mit Sand sättigen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass ein Zusatz von grobem Sande die Festigkeit des Asphaltes ganz bedeutend erhöht! — Würde man also die obere Schicht sich nicht mit Sand hinreichend sättigen lassen oder nur oberflächlich Sand auf dieselbe streuen, ohne durch das andauernde Schlagen für eine enge Verbindung der beiden Materialien zu sorgen, so würde das ganze Asphaltpflaster an Festigkeit verlieren und im Sommer so weich sein, dass es leicht Eindrücke der Räder u. s. w. aufnimmt.

§ 94. Specielle Anordnungen: Herstellung des Untergrundes.

Zu dem gegossenen Asphaltpflaster für Trottoirs nimmt man in denjenigen Städten, wo eine grössere Asphaltfabrik sich befindet oder ganz in der Nähe ist (wie beispielsweise in der Stadt Hannover) am zweckmässigsten den Abraum resp. den wenig bituminösen rohen Asphalt-

Digitized by Google

stein, welcher sich zur Fabrikation von Asphaltmastix nicht eignet.

Der Untergrund aus diesem Materiale wird etwa 7,5—10 cm (3—4 Zoll) hoch aufgeschüttet und dann festgestampft. Es gilt dieser Untergrund für Beläge von 2—2,5 cm (¾—1 Zoll) Asphalt.*) Sollen stärkere Asphaltbeläge erwünscht sein, z. B. bei Strassendämmen und Brückenbahnen, wo indessen dieses Verfahren bedeutend schlechter ist als das gepresste Asphaltpflaster, so wird der Untergrund 15—20 cm (6—8 Zoll) stark gemacht.

In denjenigen Orten aber, wo Asphaltfabriken nicht existiren, auch nicht in der Nähe liegen, würde die Verwendung des schlechten Asphaltsteines als Untergrund schon wegen der bedeutenden Transportkosten gar nicht rationell sein. Hier stellt man den Untergrund aus Steinschlag oder zerschlagenen Mauersteinen oder aus platt gelegten Ziegelsteinen her. Erstere beide Materialien werden ebenfalls festgestampft und zur besseren Haltbarkeit mit einer flüssigen Kalkauflösung ausgegossen.

Statt des hydraulischen Kalkes nimmt man auch dort, wo eine grössere Wasserdichtigkeit verlangt wird (also bei Brückenbahnen und Unterkellerungen), besser den Cement und zwar am besten den Portlandcement, der natürlich einen bei Weitem theuereren Untergrund liefert. (Siehe „Normen für die einheitliche Lieferung von Portlandcement“ im sechsten Abschnitte. § 112.)

Der Preis des Quadratmeters Untergrund ist sehr verschieden; er richtet sich nach den Preisen des Materiales und des Arbeitslohnes an dem betreffenden Orte und schwankt zwischen 20 und 40 Pfg. (Selbstverständlich gilt dieser Preis für den Portlandcementuntergrund nicht!) —

Eine äusserst solide Unterlage erhielt die neue, kürzlich (September 1878) erst vollendete Asphaltbahn der schönen, breiten wie langen und äusserst verkehrsreichen Leipziger Strasse in Berlin.**) Hier wurde ein Theil Portland-

*) Nach einem, dem Verfasser freundlichst übersandten Bericht der Direction der „Deutschen Asphalt-Actiengesellschaft der Limmer und Vorwohler Grubenfelder“ in Limmer bei Hannover.

**) Die Asphaltirung der Leipziger Strasse in Berlin wurde theilweise von der Neufchateler Asphalte company mit dem Materiale aus dem

Digitized by Google

cement mit drei Theilen grobkörnigem Kies, der eigrosse (auch faustgrosse) Stücke enthielt, vermischt. Zu dieser Mischung kam noch ein geringer Zusatz von gewöhnlichem Mauersand. Das ganze Gemenge wurde mit Wasser zu einem dickflüssigen Brei gerührt und mit eisernen Schaufeln 20 cm hoch geschüttet. Zur Sicherung der gleichen Höhenlage dienten hölzerne Pflöcke; auch wurde die beabsichtigte Wölbung und Ebenheit der Strassenbahn durch entsprechend gestaltete Bretter gesichert.

Der Oberbau der Strasse muss gewölbt sein, damit das Wasser leicht abfliessen kann. Eine starke Wölbung ist bei Asphaltpflasterungen nicht erforderlich.

Die gewöhnliche Wölbung einer Strasse ist bekanntlich so bemessen, dass der Pfeil (oder der Sinus) etwa $^1/_{50}$—$^1/_{30}$ der ganzen Strassenbreite beträgt. Da das Asphaltpflaster eine ebene und glatte Oberfläche besitzt, auf welcher das Wasser mit Leichtigkeit abfliessen kann, so würde eine Wölbung von $^1/_{50}$ bis höchstens $^1/_{40}$ gewählt werden können.

Die Trottoirs müssen ebenfalls von den Häusern nach den Gossen zu ein Gefälle haben, das bei unsrem Asphaltpflaster auch hier nur mässig sein kann. Die Trottoirs werden mit Bord- oder Kantensteinen gesäumt; es müssen also auch diese ein Gefälle haben, damit das Wasser ohne jedes Hinderniss in die Rinnsteine fliessen kann. (S. § 52.) Wenn man diese Regeln beobachtet, so giebt es kein reineres oder leichter zu reinigendes Pflaster als das aus Asphalt! —

Man hat deshalb den Beton so aufzutragen, dass die beabsichtigte Wölbung der Strasse bez. Neigung des Trottoirs erreicht wird. Hierbei muss also (aus den uns schon bekannten

---

Val de Travers ausgeführt, theilweise aber, um die englische Gesellschaft in Berlin nicht zu monopolisiren, wurde (wol zum ersten Male) der Strassendamm mit dem deutschen Asphalt aus den Limmer-Gruben belegt. Dieses letztere Verfahren wurde von der Firma Johann Jeserich in Berlin ausgeführt. Auf eine 20 cm' starke Betonschicht kam eine 3 cm dicke Asphaltschicht (ohne jeden Kies, also reiner Asphalt); hierauf wurde nochmals eine 3 cm starke Schicht aufgetragen und durch Stampfen gedichtet. — Wollen wir hoffen, dass der deutsche Asphalt sich hier bewährt, damit auch er zu den Strassendämmen in Zukunft verwendet werden kann!

Digitized by Google

Gründen im § 93) der Beton eine möglichst gleiche und ebene Oberfläche erhalten.

Soll eine makadamisirte Strasse zur Legung von Asphaltpflaster benutzt werden, so kann man die Makadamstrasse ohne Weiteres als Strassenuntergrund benutzen und also eine Betonschüttung ersparen; nur hat man dafür zu sorgen, dass die makadamisirte Strasse eine möglichst ebene Oberfläche zur Aufnahme der Asphaltschicht besitzt.

§ 95. Fortsetzung: Schmelzen des Asphaltmastix.

Der Mastix wird in kleine Stücke zerschlagen und in einen Kessel geworfen, in welchem vor dem Einbringen dieser Stücke etwa 5—6 % Bitumen von dem Gewichte des Mastix geschmolzen worden sind. Das Feuer unter dem Kessel hat eine Temperatur von 150—170° Celsius. Diese Temperatur wird während der ganzen Schmelzperiode zu erhalten gesucht.

Ist der ganze Asphaltmastix geschmolzen und tüchtig mit der Rührschaufel durchrührt worden, so wird auf diesen Brei grober Sand geschüttet und zwar zunächst etwa 30 %. Sodann wartet man, bis dieser Sand sich getrocknet hat und nun anfängt in die Mastixmasse einzudringen, durch sein eignes Gewicht sinkend. Hierauf werden nochmals 30 % Sand auf den ganzen Brei gleichmässig vertheilt und eingerührt. Zeigt es sich dann, dass das Ganze nicht fett genug ist, so wird wiederum Bitumen in den Kessel geworfen, bis man die erforderliche Qualität erreicht zu haben glaubt. — In den meisten Fällen aber wird dieser kleine Zusatz von Bitumen nicht von Nöthen sein.

Sollte aber der Mastix nach dem Zusatz von 60 % Sand immer noch zu fett sein, so wird noch etwas Sand dem ganzen Brei zugesetzt.

Welche Fettigkeit der Asphalt haben muss, lässt sich so ohne Weiteres nicht sagen. Man handelt hierbei nach seinem praktischen Gefühl. Uebrigens braucht man durchaus nicht ängstlich zu sein: ein bischen mehr Sand oder mehr Bitumen thut der ganzen Strassenbahn späterhin keinen beachtenswerthen Schaden! —

Nach dem Zusatz von Sand oder von Bitumen lässt man die ganze Masse bei der oben angegebenen Temperatur, die man zweckmässig während des Hineinschüttens etwas erhöht hat,

Digitized by Google

durchkochen, bis der Brei so flüssig ist, dass die hineingesteckte Rührschaufel bei dem Wiederherausziehen kein Anhaften der Asphaltmasse zeigt. Dann ist der Schmelzprocess beendet und es kann das im § 93 näher beschriebene Giessen der Strassenbahn beginnen. —

Man rechnet gewöhnlich auf 46 kg Mastix 3 kg Bitumen und 30 kg gewaschenen, gesiebten und getrockneten Sand (Grand).*)

§ 96. Das gegossene Asphaltpflaster aus deutschem Materiale.

Der Asphalt aus Limmer bei Hannover ist — wie wir bereits bemerkten — sehr fett und zwar fetter als die ausländischen Arten. Um ihn für Strassenbauten verwenden zu können, muss man ihn mit dem Vorwohler Asphalt vermischen, wodurch die ganze Masse bedeutend verbessert wird. Man erhält durch diese Mischung ein recht gutes Pflaster, wenn man diesen Limmer-Vorwohle-Asphalt mit etwa 10 % Goudron zerschmilzt und auf die geschmolzene Masse einen Sand schüttet, dessen Korn Haselnussgrösse hat. — Man giesst zuerst auf den Beton eine etwa 5 cm starke Schicht, die man durch Stampfen dichtet. Hierauf kommt eine zweite Lage Asphalt, die aus 75 % Asphaltmastix, 3 % Goudron und 22 % groben Sand be-

*) Herr Dr. L. Meyn sagt in seinem empfehlenswerthen Werke (s. Vorrede) S. 37 zu diesem Schmelzen des Asphaltmastix Folgendes:

„Bisher pflegte man den Asphaltbrei, um seine Abkühlung vor der Anwendung auszuschliessen, am Orte, wo das Trottoir gelegt oder gebessert werden soll, in eigens dazu construirten Kesseln mit tragbaren, eisernen Oefen zu schmelzen. Allein viele Leute fühlen sich von dem Geruche des Asphaltes, der doch Anderen sehr angenehm (?) ist, belästigt, und immerhin ist die Aufhäufung verschiedener Materialien und die Operation des Kochens auf der Strasse eine lästige Verkehrsstörung.

In neuester Zeit hat man daher stellenweise, und in Paris sogar obligatorisch, ein andres Verfahren eingeschlagen. Man kocht jetzt den Asphalt vollkommen fertig in den Fabriken und transportirt ihn dann in Kesseln mit Rädergestell auf den Arbeitsplatz." –

Dieses einfache Verfahren sollte auch bei uns deutschen Baubeamten Beachtung und Nachahmung finden, denn es giebt wol nichts Unangenehmeres, als wenn stunden-, ja oft tagelang der Qualm in den meist engen Strassen unsrer Städte lagert oder durch die offenen Fenster in die Stuben zieht, aus denen er schwer zu vertreiben ist!

Digitized by Google

steht und die etwa 2—3 cm Dicke hat. Auch diese zweite Schicht wird durch Stampfen gedichtet.

Dieses Asphaltpflaster hat sich nicht nur für Trottoirs, zu deren Untergrund man auch der grösseren Billigkeit wegen flachliegende Ziegelsteine*) ganz zweckmässig benutzt, sondern auch für Brückenbahnen, ja selbst für längere Strassen (z. B. in London) fast stets gut bewährt.

Sämmtliche Trottoirs der Residenzstadt Hannover sind beispielsweise auf diese Weise gepflastert worden. Der Verfasser dieser Zeilen, welcher mehrere Jahre in Hannover wohnte und tagtäglich auf dieser Asphaltbahn oft mehrere Stunden lang zu gehen hatte, kennt, obwol er so manches Pflaster mancher grösseren Stadt durchwandert hat, kein angenehmeres und bequemeres, das Schuhwerk schonenderes Trottoir als dieses. Allerdings ist nichts Vollkommenes in der Welt: auch dieses Pflaster hat einen kleinen Mangel, es ist im Sommer, wenn die heissen Sonnenstrahlen dauernd auf dasselbe fallen, trotz des Zusatzes von magerem Vorwohle-Asphalt, immer noch viel zu weich. Bei sehr heisser Temperatur bildet es fast einen dickflüssigen Brei, der jeglichen Eindruck — selbst den eines Spazierstockes — aufnimmt. Diesem kleinen Uebelstande, der allerdings bei unsrem Klima und Witterungsverhältnissen nur selten auftreten und lästig werden kann, ist leicht durch fleissiges Bespülen abzuhelfen, und er verschwindet gegenüber den vielen guten Eigenschaften dieses Pflasters wie z. B. glatte und ebene Bahn, grosse Reinlichkeit, billige Reparatur, und verhältnissmässig leichte und schnelle Herstellungsweise.

§ 97. Veraltete Methoden.

Im Anfange der Asphaltindustrie, als man mit dem neuen Strassenmateriale vielfach, namentlich aber in Frankreich, Probeversuche machte, glaubte man eine sehr dauerhafte und auch schöne Strassenbahn zu erhalten, wenn man die Erdoberfläche mit Asphaltmastix einfach belegte. Das Pflaster war auch ganz gut, aber — viel zu theuer.

*) Plattliegende Ziegelsteine sind als Untergrund für Trottoirbeläge sehr zu empfehlen, dürfen aber bei Strassendämmen (s. § 93) nicht Verwendung finden. (Vergl. § 78.)

Digitized by Google

Sodann hatte man auch auf eine Betonlage von 10—12 cm Stärke eine 5 cm dicke Mastixlage, welche einen Zusatz von etwa $^2/_5$ Sand erhalten, gebracht und auf diese einfache Weise beispielsweise in Lyon 10000 qm Strasse hergestellt, welche sich bei ziemlich starkem Verkehre sehr gut bewährte und lange Jahre hielt.

Beide Methoden müssen aber jetzt als veraltet bezeichnet werden; sie werden wegen der bei Weitem grösseren Kosten, als auch wegen der verhältnissmässig geringeren Dauerhaftigkeit in der Jetztzeit wol nirgends mehr ausgeführt.

B. Das gepresste Asphaltpflaster.*)

§ 98. Die alte (englische und französische) Herstellungsweise.

Wenn hier das Verfahren der Engländer und der Franzosen in einem Paragraphen zusammen besprochen wird, so geschieht es aus dem einfachen Grunde, weil beide Herstellungsweisen nur sehr wenig von einander abweichen. Es hätte sehr wohl die englische oder auch die französische Methode hier ohne Schaden ganz fortgelassen werden können; Verfasser hielt es aber für zweckmässig, beide zu besprechen, damit dem Werke keine Unvollständigkeit vorgeworfen werden kann! — —

(Den Unterschied des englischen Pflasters von dem französischen wollen wir durch gesperrten Druck markiren.)

Der in kleinen Stückchen verschickte Asphaltstein wurde in London anfänglich in grossen Blechtrommeln über Feuer so lange erwärmt, bis er vollständig zu Mehl zerfallen war. Sodann schüttete man dieses Asphaltmehl in eiserne Schubkarren, verschloss die Oberfläche derselben sorgfältig mit dicht schliessenden Deckeln und transportirte so das heisse Material von der Bereitungsstelle nach dem Arbeitsplatze. Dort wurde das immer

*) Das gepresste Asphaltpflaster ist eine Erfindung des Ingenieurs Merian in Basel, der es auch zuerst und zwar mit dem Material aus dem Val de Travers und aus Seyssel ausführte und gradezu glänzende Erfolge errang! — Ihm folgten sehr bald die französischen und auch englischen Ingenieure nach, welche eine Zeit lang fast nur gepresste Asphaltbahnen herstellten, während die deutschen und österreichischen Baumeister lange Zeit nur gegossene Asphaltpflasterungen vollführten und erst in neuerer Zeit sich mehr zu dem gepressten Verfahren hinneigten.

Digitized by Google

noch heisse Asphaltmehl auf eine 15—20 cm dicke Betonlage (Portlandcement oder auch hydraulischer Kalk) geschüttet, möglichst gleichmässig vertheilt und dann mittelst einer glatten, metallenen Walze, welche ebenfalls erwärmt sein musste, zu einer dichten Masse ohne Fugen zusammengepresst (daher der Name: gepresstes Asphaltpflaster). Die Asphaltschicht war gewöhnlich 6—7 cm stark. Nach dem Walzprocess verdichtete sich dann die Masse noch um etwa 20 %. —

In Paris war es namentlich der Ingenieur Léon Malo, welcher gepresste Asphaltbahnen in Masse herstellte und deshalb auf Autorität wol Anspruch machen darf. Seine Herstellungsweise beschreibt er, wie folgt:

„Der rohe Asphaltstein, wie er aus der Grube kommt, — (gemeint ist hier stets der Asphalt aus Seyssel, im französischen Departement Ain, welcher zumeist in Frankreich Verwendung findet — d. V.) — wird zu der Grösse des gewöhnlichen Steinschlages für Chausseen zerkleinert, dann durch Erhitzen zum selbstständigen Zerfallen gebracht. Dieses geschieht in grossen, eigens dazu gebauten Blechtrommeln mit eisernen Füssen über einem passenden Ofen. Der gesammte Apparat wird auf den Arbeitsplatz oder ein benachbartes Grundstück geführt, damit das Pulver möglichst wenig von seiner Hitze verliere.

Die Oberfläche der Strasse ist im Vorwege mit einer Lage Beton bedeckt, welche man in der Regel 10 cm dick macht, jedoch auch etwas dünner oder dicker, je nach Anleitung der Festigkeit des Bodens. Auf gewissen Bodenarten, namentlich aber auf den wohlgelegten und wohlerhaltenen makadamisirten Strassen kann man diese Betonlage ganz entbehren (s. § 94); an andern Stellen aber, wo der Boden sehr locker ist, kann man genöthigt sein, dieselbe 15 cm und noch dicker zu machen.

Ist nun der Beton wohlgelegt, erhärtet und gereinigt, so wird er abgeglichen nach den nothwendigen Neigungen. Die Wölbung der Chaussee muss eine möglichst geringe sein (s. § 94) und darf kaum denjenigen Grad überschreiten, welcher überhaupt erforderlich ist, um den Abfluss des Regenwassers zu gestatten, damit die Pferde auf der abschüssigen Bahn nicht gleiten (s. § 102).

Digitized by Google

Sobald als diese richtige Abgleitung stattgefunden hat, breitet man die durch Erhitzung zerkleinerte Masse aus, welche man feststampft und damit eine Lage von 4 cm bis höchstens 5 cm Dicke herstellt, je nach der Grösse des Verkehres, welchen zu tragen sie bestimmt ist. Schliesslich regelt man die Zusammendrückung, indem man über die Erdoberfläche eine Walze von 2500 — 3000 kg hinzieht.

Zwei Stunden später kann man die fertige Chaussee dem Verkehre übergeben!"*) —

§ 99. Jetzt allgemein übliches System.**)

Die Bettung. Die Oberfläche der Erde, auf welcher eine Asphaltstrasse entstehen soll, muss eine feste Bettung besitzen, die man am besten noch mit einer Beton- oder Concretlage von verschiedener Dicke (je nach dem Verkehre und je nach der Beschaffenheit des Bodens) künstlich befestigt. — Die Oberfläche des so hergestellten Untergrundes muss eben und glatt sein, damit man den Asphalt in gleichmässiger Dicke auftragen kann und so Material und Kosten erspart. — Die Bettung darf nicht feucht sein, weil sonst die Stäubchen des Asphaltpflasters sich gar nicht oder doch sehr schwer mit einander vereinigen.

Die Bereitung des Asphaltes. In der Jetztzeit wird der Asphaltstein nicht mehr durch Erhitzen zum selbstständigen Zerfallen gebracht, sondern er wird mechanisch (also durch Maschinen) zerkleinert. Dieses so gewonnene Asphaltpulver muss ein möglichst gleichmässiges Korn besitzen und sehr fein (zu Mehl) zermahlen sein. Bevor man den Asphalt zur Strassenbahn verwendet, wird das Pulver in rotirenden

*) In Paris ist jetzt die ganze Platz- und Strassenfläche der Cité mit Asphalt bedeckt. Selbst in den entlegensten und engsten Strassen fehlt er nicht, und beobachtet man bei sehr schmalen Strassen in Paris die Vorsicht, einen Streifen von 30 cm vorlängs der Granitbordschwellen mit Pflastersteinen zu belegen, einmal um die Fussgänger, welche hart auf der Bordschwelle gehen, durch das Geräusch zu warnen, damit sie sich nicht von hervorspringenden Theilen der Fuhrwerke überraschen und fassen lassen, dann um im Winter den Pickäxten der Strassenreiniger, welche das Eis der Rinnsteine beseitigen, ein zäheres Material entgegenzusetzen! —

**) Bei der grossen Bedeutung des gepressten Asphaltpflasters sei es gestattet, die einzelnen Theile dieses Systems für sich allein zu betrachten.

Digitized by Google

Cylindern bei einer Temperatur von 100—120° Celsius mit möglichster Schnelligkeit erwärmt. Man lässt die Cylinder sich drehen, damit das Asphaltpulver nicht antrocknen kann; durch das Antrocknen würde der Asphalt einen wesentlichen Theil seines Bitumens verlieren.

Das Schütten. Nachdem das Asphaltpflaster auf diese Weise erhitzt worden ist, wird es — wie bei der soeben besprochenen Londoner Methode — in eisernen, oben vollständig dicht verschlossenen Schubkarren nach der Arbeitsstelle hingeschafft. Dieser Verschluss der Schubkarre soll einem raschen Abkühlen des Mehles vorbeugen. — Nun wird das Pulver möglichst gleichmässig ausgebreitet. An einzelnen Stellen wird die Dicke desselben gemessen, um sich davon zu überzeugen, ob wirklich überall eine gleiche Dicke vorhanden ist. Das Mehl soll so aufgetragen werden, dass seine Dicke etwa $^2/_5$ mehr als die Dicke des fertigen Pflasters beträgt.

Das Rammen und Festwalzen. Bevor man mit dem Zusammenpressen der Asphaltbahn beginnt, wird das Pulver da, wo es die umgebenden Gegenstände berührt, mit einer dünnen Handramme vollständig fertig gerammt. (Diese dünne Ramme wird zweckmässig hier genommen, weil sie wegen der grossen Oberfläche eine desto kräftigere Wirkung hat.) — Ist diese Vorarbeit beendet, so beginnt das Comprimiren mittelst einer Ramme oder einer Walze. Die letztere wird bei bedeutenderen Bauten der Ramme vorgezogen; gewöhnlich aber benutzt man bei unsren Strassenbauten die etwas bequemere Ramme. —

Das Rammen geschieht erst leicht und mit nur geringer Kraft, die sich allmälig steigert, bis das ganze Zusammendrücken erreicht ist. Man hat diese Vorsicht stets zu beobachten, damit in dem Pflaster keine Risse oder doch wenigstens ungleiche Festigkeiten entstehen, endlich aber auch, damit sich — was bei Nachlässigkeit der Arbeiter gar häufig einzutreffen pflegt — das Pulver (Mehl) nicht neben den getroffenen Theilen verschiebt. — Bei dem letzten Umgang der Ramme ist der Stoss ein kurzer und kräftiger .... Wie schon soeben erwähnt, so nimmt man bei grösseren Bauten statt der Ramme lieber die Walze, weil es mit ihr schneller geht. Man hat aber bei Verwendung einer Walze dafür zu sorgen, dass das Asphaltpulver

Digitized by Google

nicht beim Walzen anbackt, und man erwärmt deshalb die Walze durch ein an ihr befindliches Kohlenbecken.

Das Festfahren. Hat die Strassenbahn eine genügende Festigkeit erlangt, so wird sie noch mit einem leichten Wagen, der schmale Felgen hat, festgefahren. Zweckmässiger ist es (doch nicht unbedingt nothwendig), wenn man auf eine Wagenaxe mehrere Räder von völlig gleichem Durchmesser steckt und mit diesen das Festfahren bewirkt.

Das Glätten. Nach dem Festfahren ist die neue Strasse vollständig fertig und kann nun dem Verkehre übergeben werden. Einige Ingenieure lassen aber das Pflaster noch mit einem sogenannten Glätteisen überstreichen. Hierdurch wird selbstverständlich die Festigkeit des gepressten Asphaltpflasters nicht im Mindesten erhöht. Man glättet aber dennoch die Strasse, weil sie hierdurch ein eleganteres Aussehen erhält. Unbedingt erforderlich ist also dieses Glätten nicht. —

Die Reparatur. Alle etwa bei der Herstellung des gepressten Asphaltpflasters entstandenen fehlerhaften Stellen oder die durch den starken Verkehr bald mehr bald weniger eintretenden Unebenheiten werden auf sehr einfache Weise beseitigt. Man bricht das Pflaster an der Stelle, wo es weniger gut ausgefallen oder ganz schlecht gerathen ist, mit leichten Hammerschlägen auf und entfernt die einzelnen Stücke. Hierauf sieht man nach, ob der Untergrund auch trocken und eben war und noch völlig zuverlässig ist. Ist er das nicht, so entfernt man auch den Beton (oder dergl.), schüttet neuen in das so entstandene Loch, stampft ihn fest, lässt ihn sich erhärten und vollständig trocknen, schüttet das heisse Asphaltpulver auf und walzt (oder hier viel mehr rammt) es — wie oben näher beschrieben — fest. Nur an den Rändern, also da, wo das neue Stück Asphaltpflaster das alte berührt, wird mit der dünnen Handramme etwas kräftiger gestossen, um eine sichere Vereinigung beider Massen zu erzielen.

§ 100. Ganz neue Probepflasterungen mit Asphalt in Berlin.*)

Die allerschlechteste Art, ein Asphaltpflaster herzustellen, war im Anfange der Asphaltindustrie die, Asphalt-

*) Wurde unter dem Titel „Neue Herstellungsweise von Asphaltbahnen“ bereits von dem Verf. d. W. in Glaser's „Annalen für Gewerbe und Bauwesen“ 1878, S. 427, veröffentlicht.

Digitized by Google

mastix mit Steinen vermengt zu kochen und dann aufzuschmieren. Da sich ein solches Strassenpflaster natürlich nicht bewähren wollte — weswegen wir auch im Vorhergehenden von ihm nicht gesprochen haben — erfand man, wie wir bereits mehrfach bemerkten, den Asphaltguss (Asphalte coulé) und später das comprimirte Asphaltpflaster (Asphalte comprimé), die beide mit Erfolg hergestellt werden können.

Ausser diesen letzteren beiden, seit bereits mehreren Jahren in Berlin hergestellten Asphaltpflasterungen wurde vor Kurzem in der Reichshauptstadt ein viertes System versucht, und zwar zunächst in der Strasse östlich von dem bekannten Riesenhôtel „Kaiserhof“ (zwischen dem Ziethenplatz und der Kaiserhofstrasse).

Die diesen ganz neuen und patentirten Strassenbau ausführenden Herren Brandt und v. Nawrocki in Berlin nennen das Pflaster: „gerieftes Hartasphaltpflaster mit Hartguss-Fahrgeleisen, System Corvin.“ Das Material zu dieser neuen Herstellungsweise soll, wie man dem Verfasser sagt, aus einer erst kürzlich entdeckten Asphaltquelle auf Sicilien bezogen worden sein.

Die Ausführung eines solchen Pflasters ist folgende:

Die sorgfältig abgeglichene Erdoberfläche wird nicht — wie es wol stets bei der Legung eines gepressten Asphaltpflasters der Fall ist und auch vor wenigen Monaten in Berlin bei der Asphaltpflasterung der schönen, breiten und sehr verkehrsreichen Leipzigerstrasse ausgeführt worden — mit einer 25 cm starken Betonlage versehen, sondern es wird auf die Erdoberfläche eine Lage Kies geschüttet, auf welche eine nur 20 cm starke Betonschicht gelegt wird, die natürlich möglichst gleichmässig und eben auf der Kiesbettung ausgebreitet wird, damit sie auch eine möglichst gleichmässige und ebene Asphaltschicht aufnehmen kann, wodurch sich die Dauer des Pflasters nicht unerheblich steigert, die Kosten aber, weil man kein Material unnütz verschwendet, sich verringern. Dieser Strassenuntergrund darf keine Feuchtigkeit enthalten, sondern muss vollständig trocken sein, weil sich sonst die Stäubchen des Asphalpflasters gar nicht, oder wenigstens sehr schwer vereinigen.

Die Betonschicht besteht hier aus folgender Mischung:

Digitized by Google

1 Theil Portlandcement,
1 Theil hydraulischer Kalk,
5 Theile hasel- bis wallnussgrosser Flussschotter,
1 Theil grober und gewaschener Flusskies.

Diese Materialien werden in zwei Schichten von je 10 cm Stärke aufgebracht, der Cement und der hydraulische Kalk mässig dazwischen gemischt und hierauf soviel Wasser mittelst Gieskannen gleichmässig aufgegossen, dass der Cement und der hydraulische Kalk abbinden.

Die nun aufzutragende Asphaltschicht hat 5 cm Dicke; sie wird je 75 mm stark aufgelegt und durch erhitzte Walzen oder durch Rammen auf 50 mm Stärke zusammengepresst. —

Die Oberfläche dieses neuen Asphaltpflasters hat man — wie schon sein Name andeutet — gitterförmig gerieft, um das Ausgleiten der Pferde zu verhüten, oder doch wenigstens zu vermindern. Allein diese Rillen im Pflaster sind unsrer Ansicht nach ganz überflüssig,*) weil sie doch den von ihnen erwarteten Vortheil nicht gewähren. Da sie ferner eine unnöthige Vertheuerung des Pflasters herbeiführen, so scheint es rationeller zu sein, diese Rillen oder Riefen ganz fortzulassen, was ja bei allen andren gepressten Asphaltpflasterungen der Neuzeit auch meistentheils geschieht.

Die Rillen oder Riefen werden in einer Tiefe von 1 cm und mit einem Meissel, den ein Arbeiter führt, während ein zweiter darauf schlägt, so hergestellt, dass sie sich in rechten Winkeln in je 10 cm Entfernung von einander kreuzen.

In das Hartasphaltpflaster werden Hartgussschienen für die Wagenspuren eingelegt, welche eine flache Mulde bilden und durch eigenthümliche Verklammerung von Hufeisenform bis in die Betonschicht hineingreifen. —

Diese neue Herstellungsweise hat also viele Aehnlichkeit mit der des gepressten Asphaltpflasters der Neunburger Gesellschaft, ist aber nicht so gut als dieses, wenigstens theurer, weil bei ihm noch die Hartgussschienen und die Arbeit des

*) Viele Ingenieure sind andrer Meinung und haben die Naivetät zu behaupten: „Dieses Hartasphaltpflaster wird von allen bisher bekannten Asphaltarten sehr wesentliche Vortheile bieten, indem dadurch, dass es gerieft ist, das auf dem Glattpflaster (also ohne Rillen) notorisch (? — s. § 102) sehr häufige Ausgleiten und Stürzen der Pferde **ganz vermieden** (?!) wird." (S. Romberg's Zeitschrift 1878, S. 492.)

Digitized by Google

Riefens hinzukommt. Bei der Probepflasterung wurde der Preis für dieselbe zu 18 Mark pro Quadratmeter berechnet.

Um einen besseren und leichteren Vergleich anstellen zu können, hatte die Baubehörde in Berlin diese neue Asphaltbahn dicht neben der schon bestehenden „gepressten" Asphaltpflasterung in der oben erwähnten Strasse legen lassen, so dass es sich gar bald entscheiden musste, welchem von beiden Systemen wir in der Zukunft den Vorrang einräumen müssen, welches Asphaltpflaster wir in der Folge bei unsren neuen Strassenanlagen ausführen sollen. Und diese Probepflasterung hat schon nach wenigen Monaten (10 Jahre Haltbarkeit waren garantirt!) ein recht klägliches Resultat ergeben.

Das Hartasphaltpflaster, welches im Herbst 1878 hergestellt wurde, hat dem allerdings strengen Winter des Jahres 1878/79 nicht widerstanden. In dem Pflaster waren schon in diesem ersten Halbjahre so erhebliche Löcher entstanden, dass es Ende Februar 1879, um Unglücksfällen vorzubeugen, aufgebrochen werden musste. An seiner Statt wurde nun die Strasse mit comprimirtem Asphaltpflaster belegt, das sich z. B. in der Wilhelmstrasse und in der Leipzigerstrasse in Berlin trotz der Strenge des Winters ganz vorzüglich gehalten hatte.

Hieraus kann man wol schliessen, dass das comprimirte Asphaltpflaster in Bezug auf Dauer von keinem andren Asphaltpflaster übertroffen werden wird.

Eine zweite Art von Asphaltpflaster ist von Seiten eines Berliner Asphaltfabrikanten dem Magistrate von Berlin vor Kurzem (März 1879) vorgeschlagen worden; dasselbe besteht aus sechseckigen Asphaltsteinen mit 19 cm langen Seiten und 13 cm Stärke, welche auf gewöhnlicher Kiesunterbettung (also ohne Betonschicht) wie Granitsteine eingerammt werden. — Näheres ist dem Verfasser hierüber nicht bekannt geworden.

(Aehnliche Pflastersteine und Platten waren auch auf der Pariser Weltausstellung 1878 vertreten.)

§ 101. Vergleich des gegossenen Asphaltpflasters mit dem gepressten.

Das gepresste Asphaltpflaster erhält weniger leicht als das gegossene Brüche, sondern bildet eine zusammenhängende, schmiegsame oder — wenn man sich dieses Ausdruckes hier be-

Digitized by Google

dienen darf — eine elastische Decke. Deshalb ist stets das Comprimiren des Asphaltes dem Giessen vorzuziehen.

Das gepresste Asphaltpflaster wird am besten stets zu den Strassendämmen verwendet, während man das gegossene Asphaltpflaster vortheilhaft nur zu Trottoirs benutzt. Auch weil das erstere Verfahren bedeutend theurer ist (s. Tabellen), werden Trottoirs nur mit gegossenem Asphalte hergestellt, der aus den Gruben von Limmer und Vorwohle am besten bezogen wird. Der deutsche Asphalt ist nämlich etwas billiger als die ausländischen Arten. Da das Trottoir nun eine bei Weitem geringere Last — nämlich nur die der Spaziergänger — zu tragen hat und also nur geringere Festigkeit von ihm verlangt wird, so wäre es ganz unrationell, die Trottoirs mit dem theuren Materiale aus dem Val de Travers oder aus Seyssel zu belegen, obwol ottmals z. B. in Paris bei den Fusssteigen das gepresste Verfahren ebenfalls angewendet worden ist.

Bei den Trottoirs genügen auch als Untergrund flachliegende Ziegelsteine, die bedeutend billiger als eine Schicht Portlandcement sind. Dieser leicht auszuführende Untergrund ist aber, selbst wenn man das bei Weitem schlechtere Verfahren des Giessens anwenden wollte, bei Strassendämmen völlig unstatthaft; hier muss unbedingt die Betonschicht Verwendung finden, die am besten aus dem allerdings theuren Portlandcement bestehen soll.

Hieraus ergeben sich also folgende wichtige Regeln:

1) die Trottoirs werden aus gegossenem Asphaltpflaster hergestellt, deren Untergrund entweder eine Lage Ziegelsteine oder eine dünne Schicht Beton bildet.

2) für die Trottoirs eignet sich am besten das deutsche Material.

3) die Strassendämme werden aus comprimirtem Asphaltpflaster hergestellt, deren Untergrund nur eine Schicht Beton (Portlandcement oder hydraulischer Mörtel) bildet.

4) zu den Strassendämmen bezieht man am besten das Material aus dem Val de Travers oder aus Seyssel. —

Die französischen Ingenieure haben zuerst aus den Er-

Digitized by Google

fahrungen eine Kostentabelle aufgestellt, die wir hier folgen lassen (s. deutsche Bauzeitung 1873, S. 161). In unsrer ersten Tabelle sind die Preise in Francs ausgedrückt und zwar die Preise in Wien und Pest in Papiergeld, die übrigen in Silber. Die Kosten für die Erdarbeit und für das Festwalzen sind nicht mitgerechnet, dagegen ist die Legung einer 25 cm starken Betonschicht mit einbegriffen. Selbstverständlich gelten diese Preise für den Quadratmeter Bahnfläche.

Tabelle XXXI.

Ort	Gepresstes Asphaltpflaster für Strassendämme. Anlage.	Unterhaltungskosten pro Jahr	Dasselbe Pflaster für Trottoirs. Anlage.	Unterhaltungskosten pro Jahr	Gegossenes Asphaltpflaster für Trottoirs. Anlage.	Unterhaltungskosten pro Jahr
1) London .	24,52	2,0	12,75	2,0	6,50	0,65
2) Paris. . .	15,0	1,50	8,0	1,50	5,70	0,325
3) Lyon. . .	12,0	1,30	6,50	1,30	5,0	0,40
4) Bordeaux	11,50	1,30	6,0	1,30	4,70	0,40
5) Pest . . .	27,90	1,10	20,92	—	10,50	0,30
6) Wien . .	27,50	1,10	15,52	1,10	10,30	0,30

Zur grösseren Bequemlichkeit lässt der Verfasser dieselbe Tabelle noch einmal folgen in abgerundeten Zahlen und in deutscher Reichswährung (Mark).*)

Tabelle XXXII.

Ort	Gepresstes Asphaltpflaster für Strassendämme. Anlage.	Unterhaltungskosten pro Jahr	Dasselbe Pflaster für Trottoirs. Anlage.	Unterhaltungskosten pro Jahr	Gegossenes Asphaltpflaster für Trottoirs. Anlage.	Unterhaltungskosten pro Jahr
1) London .	17,6	1,6	10,2	1,6	5,2	0,5
2) Paris. . .	12	1,2	6,4	1,2	4,6	0,3
3) Lyon. . .	9,6	1	5,2	1	4	0,3
4) Bordeaux	9,2	1	4,8	1	3,8	0,3
5) Pest . . .	22,3	0,9	16,7	—	8,4	0,2
6) Wien . .	22	0,9	12,4	0,9	8,2	0,2

*) Es kann bei diesen Erfahrungsresultaten nicht auf grosse Genauigkeit ankommen, weil ja in einem fort die Preise für Materialien und Arbeitslohn schwanken.

Digitized by Google

Aus dieser Tabelle XXXII sehen wir sofort, dass das gepresste Asphaltpflaster bedeutend theurer ist als das gegossene. In London z. B. kostet also der Quadratmeter Trottoir im ersten Jahre incl. Unterhaltungskosten 11 M. 80 Pf. für gepresstes Asphaltpflaster, dagegen nur 5 M. 70 Pf. für gegossenes Asphaltpflaster (natürlich excl. Erdarbeit und Festwalzen).

Ferner erkennen wir, dass in Frankreich die Herstellung unsres Pflasters die wenigsten Kosten verursacht und nur in Paris etwas theurer ist als in den andren französischen Städten, in welchen die Preise nur wenig von einander abweichen. Auch zeigt die Tabelle, dass die Unterhaltungskosten der Trottoirs in Oesterreich am geringsten sind. Dafür ist aber die Herstellung des Pflasters dort die theuerste von allen.

Sonderbarerweise war nur in Pest eine Reparatur des Trottoirs aus gepresstem Asphaltpflaster während des Zeitraumes von einem Jahre nicht von Nöthen, — eine Schmeichelei für die österreichischen Ingenieure und Arbeiter, welche das Pflaster gebaut haben!

Der D. Bauzeitung S. 282, 1877, entnehmen wir noch folgende Tabelle der Kosten des Asphaltpflasters in der Londoner City, die genauere Werthe enthält als die vorstehenden beiden Tabellen, da hier die Kosten für die Erdarbeit und das Festwalzen mitgerechnet sind.

Tabelle XXXIII.

Fahrbahnen aus Asphalt in den Strassen der Londoner City.

Angabe der Strassen:	1	2	3	4	5	6	7
	Unterhaltungs-Dauer zu Lasten der Unternehmer	Anlagekosten für		Gesammte Unterhaltungs-Kosten	Summa der Kosten	Jahreskosten (Kol. I.)	Bemerkungen
		Unterlage	Asphaltbelag				
	Jahre	M.		M.	M.	M.	
Cheapside	17	2,1	19,4	26,8	48,3	2,82	Komprimirter Asphalt aus dem Val de Travers.
Poultry	17	2,1	19,4	26,8	48,3	2,82	
Old Broad Street .	17	2,1	17,0	13,4	32,5	1,91	
Morgate Street . .	17	2,1	17,0	13,4	32,5	1,91	
Grace Church Street	17	2,1	18,2	17,8	38,1	2,24	
Finsbury Pavement .	17	2,1	17,0	12,4	31,5	1,85	
Lombard Street . .	17	2,1	17,0	12,4	31,5	1,85	Gussasphalt v. Limmer.
Cornhill Street . .	17	2,1	15,8	12,4	30,3	1,78	
Minsing Lane . .	17	2,1	12,2	12,4	26,7	1,57	

Digitized by Google

§ 102. Vortheile und Nachtheile des Asphaltpflasters.

Die Asphaltbahnen gewähren manche Vortheile gegenüber den mit Steinen gepflasterten oder den nach der Methode des Mac Adam hergestellten Strassen, welche im Wesentlichen folgende sind:

1) die Transportkosten auf dem Asphaltpflaster sind bedeutend geringer, weil der Asphalt fast wie ein Schienenstrang wirkt, auf dem selbst die grössten Lasten mit einer verhältnissmässig kleinen Zugkraft fortbewegt werden können. Man kann den Widerstandscoefficienten für Asphaltbahnen (s. § 4) zu 0,016—0,010 annehmen. Einige Ingenieure begnügen sich hiermit nicht, sondern setzen diesen Widerstandscoefficienten gleich dem der Pferdeeisenbahnen und nehmen $w = \frac{1}{200}$ an. Dieser Coefficient richtet sich natürlich vor Allem nach dem Asphaltmateriale, nach der Art und Weise der Herstellung, nach dem Alter der Strasse, nach ihrem Untergrund und nach dem Wetter. Eine soeben fertig gestellte Asphaltbahn mag wegen ihrer brillanten glatten und ebenen Oberfläche wol einen so geringen Widerstandscoefficienten $\left(\text{wie } w = \frac{1}{200}\right)$ haben; aber eine alte, oftmals reparirte, abgefahrene Asphaltbahn, sowie eine kothige, oder durch Regen und Schnee und darauf gestreuten Sand verunreinigte Strasse wird einen so günstigen Werth nicht liefern, sondern da wird sogar $w = \frac{1}{100}$ immer noch günstig genannt werden können.

Wir sahen im § 4, dass die beste Granitbahn nur einen Widerstandscoefficienten (nach Bokelberg) von $w = \frac{1}{75}$ gewährt. Machen wir hier die ungünstigere Annahme und setzen wir bei den Asphaltpflasterungen $w = \frac{1}{100}$, so finden wir, dass trotzdem dieses Pflaster den besten Steinpflastern bei Berücksichtigung der Transportkosten vorzuziehen ist.

2) die Fahrt auf dem Asphaltpflaster ist eine äusserst angenehme d. h. geräuschlose und stossfreie.

Digitized by Google

Man hört auf einer solchen Bahn nicht das tosende, nervenerschütternde Geklapper der Fuhrwerke, das z. B. bei Steinbahnen, auf denen ein sehr starker Verkehr herrscht, so unangenehm für die Fahrenden nicht nur, sondern auch für die Pferde, sowie für die Bewohner der anliegenden Häuser ist.

3) es ist klar, dass diese ebene und glatte Bahn die Pferde und Fuhrwerke sehr schonen muss.

4) selbst bei starkem Verkehr ist die Abnutzung des Asphaltpflasters verhältnissmässig nur gering.

5) die Reparatur ist eine sehr leichte und schnelle, was namentlich von grosser Wichtigkeit ist bei städtischen Strassen, die oftmals (und leider nur zu oft!) aufgerissen werden, um neue Gas- oder Wasserleitungsröhren, Telegraphendrähte u. dergl. m. aufzunehmen oder ihre Ausbesserungen zu gestatten.

6) die Unterhaltungskosten sind zumeist geringer als bei den Steinpflasterungen.

7) die Asphaltbahn ist völlig staubfrei, was im Sommer zu den grössten Annehmlichkeiten einer Strasse gehört; sie verpestet also nicht wie die Steinschlagbahnen unsre Lungen.

8) jede Asphaltbahn kann man sehr leicht rein halten und genügt hierzu ein gewöhnlicher Strassenbesen, mit dem man nur den Pferdemist bei Seite zu schaffen hat.

9) der Schnee sowol wie das Glatteis schmelzen bei Asphaltpflasterungen bedeutend schneller, weil das Pflaster keine Fugen wie das Steinpflaster hat, in welchen sich das Eis oder der Schnee festsetzen kann und so vor der milden Luft oder Sonne mehr geschützt ist.

10) jede Asphaltbahn ist völlig wasserdicht, so dass etwaige Unterkellerungen vollständig trocken liegen. — —

Bei Schneefall und Glatteis ist unser Strassendamm nicht viel glätter als der Steindamm.

Oftmals wird von Laien und auch von studirten Technikern das Asphaltpflaster gänzlich verworfen, weil es viel zu glatt wäre und auf ihm die Pferde ausglitten und hinstürzten!*) —

*) Auf eine Anfrage der Berliner städtischen Tiefbau-Deputation bei der Direction der Omnibus-Actiengesellschaft über die Erfahrungen, welche sie bisher auf dem neuen Asphaltpflaster mit ihren Pferden gemacht, hat

Digitized by Google

Aber dies ist nicht so schlimm, denn durch gehöriges Sauberhalten der Strasse wird dieser Uebelstand leicht beseitigt, falls die Strasse keine zu grosse Steigungen besitzt (siehe weiter unten). Unser Pflaster kann durch Unreinlichkeiten (wie z. B. Koth und Regen) leicht glatt werden und — das muss man als Unparteiischer zugeben — leichter als die Steinpflasterungen.

Tritt eine solche Unreinlichkeit ein oder ist sie sicher vorauszusehen, so wird der Strassendamm fleissig bespült und so das Pflaster leicht gereinigt. Ist die Strassenbahn aber durch Glatteis für die Pferde gefährlich geworden, so ist es am rationellsten, den Damm mit Mauersand oder sogenanntem weissen Sande zu bestreuen, der bei eintretendem Thauwetter entweder fortgespült oder fortgefegt wird.

Die Statistik, die in London und Paris von Ingenieuren und Baubehörden ausgearbeitet wurde, hat festgestellt, dass auf einer gehörig rein gehaltenen, mit geringen Steigungen versehenen Asphaltbahn nicht mehr Pferde stürzten als auf einer Strasse, die mit Steinen gepflastert war, im Gegentheil wurde eine Abnahme dieser Gefahr bei unsrem Pflaster bemerkt.

Ungefähr dasselbe sagen die Berliner Berichte, aus denen folgende interessante Tabelle stammt. (S. Deutsche Bauzeitung 1877, S. 303.)

---

die Direction erwidert, dass von den in neuerer Zeit zur Anwendung gekommenen verschiedenen Pflasterungsarten sie dem Asphaltpflaster unbedingt den Vorzug giebt, weil dasselbe eine geringere Zugkraft bedingt und weil Pferde und Wagen weit weniger abgenutzt werden, als auf dem gewöhnlichen Steinpflaster. „Wenn," wird in dem Schreiben der Direction weiter ausgeführt, „über das häufige Fallen der Pferde auf den asphaltirten Strassenstrecken Klage geführt wird, so trägt unseres Erachtens keineswegs das Pflaster hiervon die alleinige Schuld, sondern derartige Fälle werden fast ausnahmslos durch Unaufmerksamkeit und Unfähigkeit der Kutscher herbeigeführt."

Digitized by Google

Tabelle XXXIV.

Art der Strasse	1) Es kommt 1 Sturz auf die vom Zugthiere zurückgelegte Wegeslänge (in Kilometern) vor: bei				2) entfielen: vollständige Stürze auf zurückgelegter Kilometerlänge bei				3) waren		
	trockner	feuchter	nasser	Im Durchschnitt ohne Rücksicht auf die Witterung	trockner	feuchter	nasser	Im Durchschnitt ohne Rücksicht auf die Witterung	Kniestürze	Hüftenstürze	Vollständige Stürze
	Witterung				Witterung						
1) Asphaltbahn .	359	201	309	307	1772	335	568	1104	32,0	24,5	43,5
2) Granitpflaster	126	270	865	212	—	—	—	—	46,0	8,0	46,0
3) Holzpflaster .	1040	310	695	531	6727	1592	3583	4730	85,0	3,0	12,0
	Für die Beobachtungsdauer von 50 Tagen ermittelte Zahlenwerthe.				Für die Beobachtungsdauer von 32 Tagen ermittelte Zahlenwerthe.						

In der letzten Anmerkung wird von der Direction der Omnibus-Actiengesellschaft in Berlin ein grosser Theil der Schuld bei Stürzen der Pferde auf Asphaltpflasterungen der Unaufmerksamkeit und Unfähigkeit der Kutscher zugeschrieben, was Verfasser d. W. schon früher in Berliner Zeitungen auch behauptet hat und zu beweisen suchte.*)

Wenn man nämlich eine „Statistik der Unglücksfälle auf Asphaltpflasterungen", welche in Berlin, London, Paris, Wien, Breslau, Leipzig u. s. w. existirt, studirt, findet man, dass grade den Droschken und sodann den Arbeitswagen die meisten Unfälle passirt sind, dass dagegen nur wenige Pferde vor Privat-Equipagen auf dem Asphaltpflaster stürzten. Dass die Lenker der Droschken und Arbeitswagen nicht zu den elegant fahrenden Kutschern gerechnet werden, weiss Jedermann. — Aber als zweiten Grund zu den nicht wegzuläugnenden häufigen Unfällen möchten wir die ganz veraltete und unpraktische Form der Hufeisen, wie sie die Berliner Pferde beispielsweise noch tragen, angeben. Diese Hufeisen sind für Asphaltpflasterungen völlig ungeeignet, sind deshalb auch in mehreren Grossstädten, wo viele Strassen mit Asphalt belegt sind, abgeschafft worden.

*) Z. B. in dem von Dr. Henry Strousberg herausgegebenen „Kleinen Journal" in Berlin.

Digitized by Google

Wir möchten zu dem Zweck die Patent-Hufeisen der „Internationalen Patent-Hufeisenfabrik von S. Levinsohn & Co.“ in Berlin empfehlen, die eine getheerte Taueinlage besitzen und alle diejenigen guten Eigenschaften (nach den bisherigen Erfolgen zu schliessen) in sich zu vereinigen scheinen, welche man bei den bisher üblichen entbehrt hat.*)

Der Hauptgrund liegt aber — wie gesagt — an der mangelhaften Reinhaltung der Strassen mit Asphalt. Wenn man diese im Winter gehörig vom Schmutz und Schnee befreit gleich wie die Bürgersteige (Trottoirs), und wenn man sie bei eintretendem Glatteis genügend mit Sand bestreut, so würden unsrer unmassgeblichen Meinung nach nicht mehr Unfälle auf den Asphaltpflasterungen passiren, als auf den gewöhnlichen Steinpflasterungen.

Zu bemerken wäre noch — worauf in Zeitungen hier und da auch schon hingewiesen wurde, — dass nämlich die Pferde (laut „Statistik“), wenn sie auf dem glatten und ebenen Asphalt stürzen, sich in der Regel gar keinen Schaden thun, sondern zumeist mit Leichtigkeit wieder auf die Beine gebracht werden können, während sie bei einem Sturze auf dem gewöhnlichen Steinpflaster oftmals Verletzungen davontragen können, und zwar durch die scharfen Kanten und Spitzen der Pflastersteine, im günstigsten Falle aber unverletzt erst nach geraumer Zeit, während welcher der Verkehr in engeren Strassen sehr gehemmt ist, wieder in die Höhe gebracht werden können. — Auch ein kleiner Vortheil des Asphaltpflasters! —

Ein andrer oftmals aufgeführter Uebelstand der Asphaltbahnen ist leicht widerlegt. Man behauptet nämlich, dass das Gas, welches in Röhren dicht unter dem Untergrunde der Strasse zu den einzelnen Häusern oder Laternen geführt wird, bei undichten Leitungen fast stets in den Asphalt eindringt, denselben erweicht und so leicht zu Unebenheiten, ja sogar zu Gruben auf der Strassenoberfläche Veranlassung giebt. Es ist nun zwar nicht zu leugnen, dass das Gas diese verderbliche

*) Die erst seit 2 Jahren fabrizirten Patent-Hufeisen haben bereits in England, Frankreich, Russland, Oesterreich, Belgien und Dänemark ausgedehnte Verbreitung gefunden und sind z. B. von der „Società Triestina Tramway“ für ihre gesammten Pferde eingeführt.

Digitized by Google

Eigenschaft für den Asphalt besitzt, und ebenso steht fest, dass unsre Herren Gasarbeiter oftmals nicht sorgfältig genug verfahren und die Gasröhren nicht dicht genug verschliessen (denn man sehe sich nur die die Gasröhren umgebende Erde an, wie schwarz sie durch das eingezogene Gas ist, wie sehr sie nach diesem Beleuchtungsmateriale riecht), — aber wozu ist denn unsre Betonschicht da? — Die Erfahrung hat gezeigt, dass schon eine 15 cm starke Betonschicht das Gas von der Asphaltdecke genügend abschliesst, falls man zu dem Beton den sehr empfehlenswerthen Portlandcement nimmt; nimmt man diesen aber nicht, so gewährt ein Untergrund von etwa 20 cm Dicke dagegen vollkommenen Schutz. Wie wir aber schon zu wiederholten Malen im Vorigen zu sehen Gelegenheit hatten, so wird fast ausschliesslich für Strassendämme eine 25 cm starke Betonschicht gewählt, so dass also dadurch dieser Uebelstand mit dem Gase ein für alle Male bei unsrem Pflaster fortfällt.

Eine einzige Beschränkung besitzt das Asphaltpflaster, die der den Strassenbau leitende Ingenieur kennen und auch befolgen muss. Nämlich, wenn die Strasse eine grössere Steigung besitzt, so wird das Asphaltpflaster zu glatt für unsre Pferde. Aber eine solche Glätte muss vermieden werden. Deshalb vermeidet man gern Steigungen von mehr als 1:60 oder $1^2/_3\,\%$. Da nun, wie wir noch näher im letzten Abschnitte dieses ganzen Werkes sehen werden, Asphaltbahnen hauptsächlich für grössere Städte von Bedeutung sein werden, und da städtische Strassen doch höchst selten grössere Steigungen als 1:60 beanspruchen, so ist diese einzige Beschränkung kein so grosser Nachtheil. Man sieht aus allem bisher Gesagten, dass also durch die oft beschrieene Glätte des Asphaltpflasters bei einigen Sicherheitsmassregeln ein nur geringer Nachtheil gegenüber den andren Pflasterungsmethoden entstehen kann. — —

Wir kommen nun zu einer sehr wichtigen Besprechung: zum Kostenpunkt. Am besten halten wir uns hierbei an Männer, welche durch langjährige Bauausführungen mit Asphalt sich viele praktische Erfahrungen gesammelt und dieselben bekannt gegeben haben.

Eine solche Autorität ist der englische Ingenieur Haywood, welcher folgende Sätze aufstellt:

Digitized by Google

a) die Kosten der ersten Anlage des Asphaltpflasters sind völlig gleich denen des besten Granitpflasters.

b) die jährlichen Unterhaltungskosten betragen nur wenig mehr als die der Granitbahnen. (Nach den neuesten Erfahrungen ist das nicht ganz genau, siehe untenstehende Tabelle. D. V.)

Der Ingenieur Malo in Paris behauptet

c) die Asphaltstrasse kostet ungefähr $^1/_3$ weniger als das Steinpflaster von kleinem Format.

d) die jährliche Unterhaltung kostet etwa $^3/_4$ weniger als die der Makadamstrassen auf den Boulevards in Paris.

Beide Ingenieure widersprechen sich also nicht; der Eine vergleicht die Asphaltstrassen mit den, wegen der grösseren Kosten nur seltener gebauten Granitbahnen, der Andere vergleicht sie mit den, in Frankreich und England vielfach existirenden Makadamchausseen. Aus diesen Angaben und andren Erfahrungsresultaten des Verfassers kann folgende kleine Tabelle aufgestellt werden. Die Preise gelten auch hier selbstverständlich für den Quadratmeter besten Materiales und bester Ausführung.

Tabelle XXXV.

Material	Herstellungskosten in Francs			Herstellungskosten in Reichsmark			Unterhaltungskosten pro Jahr	
	Minimalpreis	Maximalpreis	Mittelpreis	Minimalpreis	Maximalpreis	Mittelpreis	in Frcs.	in R.-M.
1) Asphalt . . .	35	45	40	28	36	32	1,8	1,43
2) Porphyr . . .	28	52	40	22,4	41,6	32	0,98	0,78
3) Makadam . .	57	67	62	45,6	53,6	49,6	2,15	1,72

In dieser Tabelle sind ferner die Preise nicht nur für das Pflasterungsmaterial und den Arbeitslohn, sondern auch für die Erdarbeit, für die Bettung u. s. w. gerechnet.

Wir sehen aus ihr, dass der Mittelpreis für das Porphyr-(Granit-)Pflaster, dem besten Steinpflaster, gleichkommt dem Mittelpreis für unser Asphaltpflaster, dass dagegen die

Digitized by Google

Chaussirung sich bedeutend theurer stellt. Die geringsten Unterhaltungskosten verursacht das Granitpflaster, während das Makadampflaster wiederum das meiste Geld für seine Unterhaltung beansprucht.

[Vergleichen wir diese Tabelle mit den früheren Tabellen, so können wir uns die Preise über die Erdarbeiten und das Feststampfen beim Asphaltpflaster bilden. Beispielsweise kosten also in London diese Arbeiten 40 — 24,52 = 15,48 Francs oder rund 16 Francs.] —

Ein andrer, höchst wichtiger Gegenstand unsrer Betrachtungen ist die Frage nach der Dauer eines Asphaltpflasters. Die Asphaltindustrie ist aber noch zu jung, als dass man mit Hilfe der praktischen Erfahrungen diese Frage gewissenhaft beantworten kann. Man nimmt allgemein an, dass das **gegossene** Asphaltpflaster eine Dauer von ungefähr 12 Jahren hat, während die Dauer eines **gepressten** Asphaltpflasters auf 20—25 Jahre geschätzt wird; — aber, wie gesagt, liegen entscheidende Resultate noch nicht vor. Der soeben erwähnte Ingenieur Haywood sagt, dass nach 7—10 Jahren, wo ein gutes Steinpflaster zumeist schon verbraucht ist, sich das Asphaltpflaster noch völlig unversehrt und unverändert zeigt; — und das will viel sagen! — Noch mehr möchte uns aber die feststehende Thatsache für die Verwendung des Asphaltes zu Strassenpflasterungen grösserer Städte gewinnen, dass nämlich ein aufgehobenes Mastixpflaster seinen ursprünglichen Materialwerth zu demselben Zweck (also zu Strassenbauten) oder zur Bereitung von neuem Asphaltmastix beinahe ganz behält!

Hiernach ist also der Asphalt ein fast unverwüstliches Material und kann mit Recht zu der Frage Veranlassung geben: ist das Asphaltpflaster das beste Strassenpflaster oder — anders gesagt — das Strassenpflaster der Zukunft? —

Digitized by Google

Sechster Abschnitt.

Die Cement- oder Betonpflasterungen.

§ 103. Einleitung.

Die Cement- oder Betonpflasterungen (auch Cementbetonbahnen genannt), welche in jüngster Zeit hier und da versuchsweise gebaut wurden, sind nicht so jungen Alters, als man allgemein annimmt, sondern schon vor langer Zeit zur Ausführung gekommen. Freilich haben die Cementbahnen noch keine grosse Verbreitung gefunden, sondern sind nur vereinzelt (in ganz besonderen Fällen) gebaut worden und zwar besonders dann, wenn Gegenden wegen ihres nassen und schwammigen Untergrundes eine Strasse mit vollkommen festem Unterbaue und — wegen der Frequenz von schweren Lastenfuhrwerken — mit festem, widerstandsfähigem Oberbaue erhalten sollten und hierzu durchaus kein andres brauchbares Material zur Verfügung stand.

Die weiteste Verbreitung hat aber von je her der Beton als Strassenunterbettung gefunden. Nicht nur bei den im vorigen Abschnitte besprochenen Asphaltbahnen, nicht nur bei den im § 56 besprochenen Granit-Würfelpflasterungen, nicht nur bei den Steinschlagbahnen,*) sondern auch bei den Eisenpflasterungen und den

*) In der schon einmal erwähnten Brochüre von v. Paulucci (Wien, 1838) findet sich S. 47 folgende, ganz interessante Stelle, die wir — allerdings nicht am richtigsten Orte — hier zum Abdruck bringen wollen:

„ . . . . . Ueber diese gehörig eingedeckten und nach dem Niveau des Strassenbettes querüber horizontal mit trockener Erde ausgeglichenen Wasserabzüge wird die in Mörtelkästen, aus einem Theile römischen Cementes und acht Theilen rein gewaschenen Kieses bereitete Mischung im Strassenmittel 7 Zoll (= 17,5 cm), an den Seiten aber nur 4 Zoll (= 10,0 cm) dick, das ist mit

Holzpflasterungen — kurz! bei allen Strassenpflasterungsmethoden ohne Ausnahme ist schon seit manchen Jahrzehnten in besonderen Fällen eine unwandelbar feste Cementunterlage, die zumeist der besten Kiesunterbettung vorgezogen werden muss, statt dieser angelegt worden.

---

einem beiderseitigen Fall von 3 Zoll (= 7,5 cm), in so weit mit Wasser verdünnt aufgetragen, dass die Masse etwa nach 15 Minuten erhärtet. — Einige Minuten, nachdem die Mischung aufgetragen ist, werden dreiseitig behauene 15 Fuss (= 5 m) lange Holzstücke von 6 zu 6 Zoll (= 15,0 cm) beiderseitig quer über die Strasse in die noch weiche Cementmasse eingedrückt, und vor deren völligem Erstarren wieder herausgenommen. — Die dadurch von 6 zu 6 Zoll entstehenden dreieckigen Rinnen bieten nicht nur dem Strassenmateriale ein Lager dar, von welchem es nicht abrutschen kann, sondern das durch letzteres filtrirende Regenwasser findet in diesen 3 Zoll fallenden Rinnen den Ablauf in die Quercanäle, mit deren Eindeckung die Enden ersterer communiciren.

Ist die Cementmasse vollkommen hart geworden, so wird die Oberfläche von Schlegelstein (d. i. Steinschlag — der Verf.) wie auf jede andre Grundlage in convexer Form aufgetragen. —

Solche Strassen erweisen sich eben so gut, ja selbst noch besser als jene mit einer Grundsteinlage, nachdem die Haupteigenschaften jeder guten Strasse: Trockenheit und Festigkeit, bei diesem Fürgange aufs vollständigste erzielt werden. —

Auf die hier beschriebene Weise wurde z. B. erst im Jahre 1829 der wegen seines feuchten Terrains und dem Mangel einer Grundsteinlage bis dahin unverbesserlich schlecht gewesenen Highgate-archway-road auf der Strasse von London nach Shrewsbury, in der Länge von 1200 Klafter (= etwa 2200 m), durch den bekannten Ingenieur J. Macneill mit verhältnissmässig geringen Kosten restaurirt, und in eine vollkommen gute Strasse umgeschaffen.

Bei einer nach 2 Jahren stellenweise vorgenommenen Untersuchung wurde die erwähnte Composition völlig hart, und weder vom Froste noch von der Nässe oder vom Fuhrwerke beschädigt vorgefunden. Aus einer Vergleichung des Materialbedarfes zur Unterhaltung nach und vor ihrer erwähnten Herstellung ging aber hervor, dass auf der umgebauten Strasse pro Jahr nur eine halbzöllige Schicht von demselben Materiale erforderlich war, wovon früher eine vier Zoll dicke Schicht successive aufgelegt werden musste! — Endlich verhielt sich die Zugkraftserforderniss auf dieser Strasse vor ihrer Herstellung zu jener nach Anbringung des Cement-Untergrundes wie 156 : 56, oder 56 Pferde vermöchten nunmehr hier eine Arbeit zu verrichten, wozu früher deren 156 erforderlich waren!" —

Soweit diese Stelle, welche vielleicht richtiger bei den Steinschlagbahnen einen Platz hätte finden müssen. Aus ihr ersehen wir, welche grossen Vorzüge der Cement-Untergrund bei den Steinschlagbahnen hat. Trotzdem aber wird heutzutage nur selten eine solche Unterbettung hergestellt. Aus diesem Grunde haben wir auch diesen Untergrund bei den Steinschlagbahnen unerwähnt gelassen. —

Digitized by Google

Eine nicht minder grosse Verbreitung findet aber seit langen Jahren der Cementbeton bei unsren Trottoiranlagen, indem nicht nur Cementbeton-Platten zur Herstellung unsrer Fusswege benutzt werden, sondern die Fusswege auch mit einem Cementguss-Belage versehen werden.

Am wenigsten hat man mit dem Cementbeton Strassenfahrbahnen hergerichtet und scheint man erst in allerneuester Zeit in unsren Grossstädten grössere Probepflasterungen ausführen zu wollen, deren Ergebnisse erst entscheiden werden, ob man sich des Cementes zur Herstellung von Strassendämmen mit Vortheil bedienen kann, oder ob der Cement — wie bislang — nur zu Trottoirs vortheilhaft Verwendung finden darf.

Obwol also diese Frage noch nicht entschieden ist, so wollen wir doch alle Herstellungsweisen der Betonpflasterungen in Folgendem näher besprechen und die Eintheilung machen in:

1) Bau der Beton-Fahrdämme,
2) Bildung der Trottoirs aus Beton.

§ 104. Die zweckmässigste Wahl der Materialien.

Den Beton kann man bereiten aus:

1) fettem Kalk,
2) natürlichem, hydraulischem Kalk,
3) künstlichem, hydraulischem Kalk,
4) Cement,
5) Sand,
6) Stein- oder Ziegelgerölle und Töpfertrümmer,
7) Wasser.

Da es bei unsren Strassen ganz besonders auf Wasserdichtigkeit ankommt, so wird man den Beton aus einem innigen Gemenge von:

Cement (oder hydraulischem Kalke), Sand, irgend einem Gerölle und Wasser

bestehen lassen.

Der Cement soll am besten Portland-Cement sein, über dessen Prüfung und Lieferung Normen aufgestellt sind, welche wir im § 112 d. W. unverkürzt unsren Lesern vorführen werden.

Der Sand muss frei von allen erdigen Bestandtheilen sein, muss — wenn möglich — gewaschen werden, muss recht scharf

Digitized by Google

sein. Sonach ist der reine, feinkörnige Quarzsand (von Erbsengrösse bis zum kleinsten Korne) den Cementarbeiten am dienlichsten.

„Reiner Quarzsand," sagt v. Mihálik in seinem bekannten Werke „Praktische Anleitung zum Betonbau", Wien 1859, S. 74, „reiner Quarzsand, der zugleich feine und grobe Körner, aber mehr von den ersteren als von den letzteren enthält, ist auch als guter Bausand für Betonbauten zu betrachten, und zwar werden die feinen Körner, welche dem Kalke eine grosse Festigkeit darbieten, mit diesem die Hauptmörtelmasse bilden und letztere, nicht der Kalk allein wird die leeren Räume zwischen den groben Sandkörnern ausfüllen, somit sie umhüllen und für sie das Bindemittel abgeben.

Der Flugsand findet sich viel reiner als der Grubensand vor.

Auch die Grösse und die Gestalt des Sandkornes übt auf die Güte des daraus zu bereitenden Betons einen wichtigen Einfluss aus. Bei Körnern von unregelmässiger Gestalt bewirken die Rauheiten ihrer Oberfläche, dass sie eine stärkere und innigere Verbindung mit den Kalktheilen eingehen." —

Das Gerölle, das bei der Betonbereitung ferner unbedingt nöthig ist, muss ebenfalls frei von allen erdigen Bestandtheilen sein. Am besten nimmt man den reinen, gewaschenen Flusskiesel, dessen Stücke bis zur Grösse eines Hühnereies zerschlagen werden.

Will man den Grubenkies verwenden, so hat man ihn zu reinigen, indem man ihn durch ein Wurfgitter bringt. Genügt ein solches Sieben noch nicht, so hat man den Grubenkies zu waschen. Erst dann wird er in kleine Stücke bis Hühnereigrösse zerschlagen, weil grade in dieser Grösse die Steine am besten zu der Betonbereitung geeignet sind.

Am rationellsten verwendet man aber hierbei reine Steine, welche genügende Festigkeit besitzen und dem Witterungswechsel Widerstand zu leisten vermögen, z. B. die Granit-, Porphyr-, Basalt- und Kalksteine u. s. w., die selbstverständlich auch in kleine Stücke zerschlagen werden müssen. Hierzu bemerkt v. Mihálik (S. 76):

„Der aus solchen geschlägelten Steinstückchen gebildete Beton ist dem aus Kies erzeugten weit vorzuziehen, weil Kieselsteine, wenn auch geschlägelt, doch theilweise eine glatte Ober-

Digitized by Google

fläche besitzen, ganz geschlägeltes Gestein hingegen, wegen der durch den Bruch hervorgebrachten Rauhseiten, mit dem Mörtel eine bessere Bildung eingeht.

Auch gut gebrannte Ziegel, in Stückchen von obiger Grösse zerschlagen, kann man anwenden, jedoch entziehen diese, wenn sie auch vor ihrer Verwendung noch so gut mit Wasser benetzt werden, gerne dem Mörtel einen Theil seiner Feuchtigkeit; daher man bei ihrem Gebrauche sehr vorsichtig zu Werke gehen und sie statt des einfachen Benetzens lieber vor der Mengung mit dem Betonmörtel einige Minuten ins Wasser legen soll."

Die Ziegelstücke sind aber unseres Erachtens nicht gut und deshalb lieber die anderen Gerölle zu verwenden. Mögen die klein geschlagenen Backsteine zur Bereitung von Mörtel auch ganz gut sein, für Strassenbauten sind sie sicherlich nicht empfehlenswerth! —

Uebrigens ist das Haupterforderniss bei der Verwendung des Gerölles seine Reinheit; „schmierige, schmutzige oder staubige Steine, wenn sie sonst auch noch so gut sind, werden eine vollkommene Verbindung niemals eingehen." —

Das Wasser soll klar und rein sein und ist Flusswasser dem salzhaltigen Meerwasser entschieden vorzuziehen. —

§ 105. Die Zubereitung des Betons.

Der Beton zu unsren Strassenbauten besteht gewöhnlich aus:
1 Theile Portlandcement, 4 Theilen reinen, gewaschenen Kies und 1 Theil Wasser.

Der Kies, welcher auch sorgfältig gesiebt werden muss, soll gewöhnlich eine Korngrösse von 4—5 mm Durchmesser besitzen.

Die Zubereitung des Betons kann durch Maschinen oder Menschenhände geschehen. Die Maschinen haben den Vortheil, dass man den Beton billiger und auch besser, gleichartiger durcharbeiten kann, den Nachtheil, dass sie zu complicirt sind und selten in der Nähe der Verbrauchsstelle, der Strasse, ohne Schwierigkeiten aufgestellt werden können.

Mihálik bemerkt hierzu (S. 109):

„Wenn es sich nicht um die Bereitung eines nur geringen Betonquantums von einigen Cubikfuss zu Versuchen, sondern um bedeutendere Massen handelt, dann stellt man entweder ein Betonbereitungs-Lokal her, oder man baut zu diesem

Digitized by Google

Behufe, was immer besser ist, einfache Maschinen. Der Unterschied in der Güte des Betons, je nachdem derselbe mit Menschenhänden oder mittelst Maschinen bereitet wird, ist so bedeutend, dass ich nicht umhin kann, Jeden, der in der Lage ist, statt mit Menschenhänden mittelst Maschinen arbeiten zu können, stets nur die Anwendung der letzteren anzurathen." —

Da es sich im Strassenbau wol stets um grössere Massen handelt, so wird man also hiernach am rationellsten die Zubereitung des Betons durch Maschinen besorgen lassen. —

Wir können uns hier auf eine genaue Beschreibung der Maschinen, Geräthe und Localitäten natürlich nicht einlassen, sondern müssen verweisen auf das von uns schon mehrfach erwähnte und zu diesem Abschnitte benutzte Werk von Mihálik, in welchem der geschätzte Leser eine ganz ausführliche Beschreibung aller, zur Zubereitung des Betons nöthigen Maschinen u. s. w. findet.

Es wird für unsre Zwecke genügen, wenn wir nur die sehr häufige Betonbereitung mittelst des sogenannten Mengkastens etwas näher besprechen.

Der Mengkasten ist im Wesentlichen folgendermassen construirt. Ein viereckiger hölzerner Kasten ist auf einer Seite offen, um die zur Bereitung des Betons erforderlichen Materialien aufnehmen zu können. Durch seine Achse geht eine eichene, mit dem Mengkasten eng verbundene Welle, welche mit gewöhnlich 15 Stück eichenen, runden sogenannten Mengsprossen versehen ist. Diese Mengsprossen haben den Zweck, beim Drehen des Kastens um die hölzerne Welle die Materialien ordentlich durcheinander zu mengen. Um den Mengkasten nun in drehende Bewegung setzen zu können, sind acht Paar hölzerne sogenannte Wendehörner, von denen vier Paare an den Stirnwänden des Kastens befestigt und an ihrer Durchkreuzung überplattet sind, als Angriffspunkte für die Arbeiter vorhanden. Ferner besitzt der Mengkasten einen hölzernen Deckel, welcher vermittelst sogenannter Schliesskeile befestigt wird. — Die Construction ist also, wie man sieht, nicht complicirt. — v. Mihálik bemerkt zur Benutzung dieses Mengkastens (S. 130—137 seines Werkes) folgendes:

„Bei der, nur ruckweise erfolgenden Drehung wird zu Anfang und zu Ende jeder Pause ein mässiger Stoss oder Ruck

Digitized by Google

erzeugt. Durch diesen Stoss rollt das zu mengende Material, vermöge seiner Schwere, nach den tief liegenden Stellen des Kastens, wobei das Gerölle und der Cement durch die Mengsprossen in abwechselnde, innige Berührung mit einander kommt. Die Umhüllung des Gerölles durch den Mörtel ist nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen bewirkt.

Gewöhnlich füllt man diesen Mengkasten nur bis etwa $^2/_3$ seiner Höhe mit Mörtel und mit dem dazu gehörigen Quantum Steingerölle; dann legt man den Deckel auf die Oeffnung des Kastens, und schliesst letztere durch das Einschieben der beiden Schliesskeile.

Wendet man dann den Mengkasten, wie bereits erwähnt wurde, ruckweise nach rechts, z. B. achtmal und — je nachdem das Material beschaffen ist — auch zwölfmal (was wol das Maximum ist) um, und ebenso oft nach links, so ist der Beton vollkommen gemengt.*) Sobald diese Mengung vollzogen ist, werden die Schliesskeile herausgeschlagen (am besten mittelst einer hölzernen Keule), der Deckel wird herabgenommen, und der Mengkasten umgewendet, wonach der Beton in die unter dem Mengkasten dicht an einander aufgestellten Körbe oder Schiebkarren fällt, mittelst welcher man ihn an den Ort seiner Bestimmung zur Verwendung transportiren lässt. — Nicht unerwähnt kann gelassen werden, dass ein andauernd fleissiges Umschaufeln, Stampfen, Werfen, Rütteln, kurz gesagt, ein unausgesetztes Bewegen des Betons bei seiner Bereitung und beim Transporte desselben seine Güte ungemein erhöht!" —

Die Zubereitung des Betons durch Menschenhände ist selbstverständlich noch einfacher als die soeben beschriebene. Man breitet dann auf dem Bretterboden zunächst eine dünne Schicht Gerölle aus, legt darauf eine dünne Lage Cementmörtel, auf diese wieder eine Schicht Gerölle und so fort, und arbeitet das Ganze mittelst Rütteln und Schlägen und Schaufeln so lange durch, bis eine vollkommene, gleichartige, gute Mengung erzielt ist.

---

*) In einem solchen Mengkasten kann man in etwa 3 Minuten einen halben Cubikmeter Beton bereiten, ohne dass die Mengung des Materiales eine unvollkommene und ungleichartige ist.

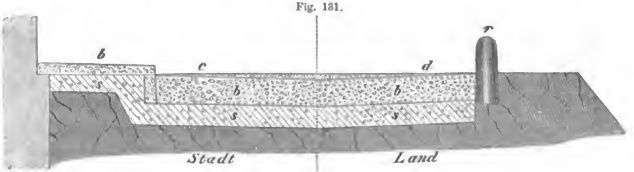
Digitized by Google

§ 106. Der Bau der Betonfahrdämme.

Wie wir schon eingangs sagten, so sind Betonfahrdämme nur ausnahmsweise hergestellt worden. Trotzdem wollen wir hier die gebräuchlichste Herstellung näher beschreiben. (Fig. 131.)

Wie bei allen Strassendämmen, so muss selbstverständlich auch hier der Strassenuntergrund für die Strassenunterbettung vorgerichtet werden. Da man bei den Cementbahnen gern die

Fig. 131.



Wölbung umgekehrt anordnet, was für die Unterhaltung und Bequemlichkeit beim Befahren der Strasse günstiger sein soll, so wird man also hiernach den Strassenuntergrund auszuheben haben. Wählt man diese Anordnungsweise, so wird die Mitte der Strassenoberfläche im Allgemeinen etwas niedriger als die beiden Seiten derselben liegen, selbst wenn man — was übrigens wie bei den Steinschlagbahnen die Regel bildet — die Mitte der Bahn stärker construirt als die beiden Seiten. Diese von *c* bis *d* (in Fig. 131) reichende Vertiefung der Bahnoberfläche, welche nur 15—25 mm beträgt, wird dann stets mit scharfkörnigem Sand oder Kies ausgefüllt, der nicht nur den Zweck hat, „die Strassenoberfläche im ersten Jahre zu schützen oder die Hufe der Zugthiere zu schonen, sondern die Feuchtigkeit nach Regenwetter auf dem Betonkörper längere Zeit hindurch zu unterhalten, welche demselben immerwährend zuträglich bleibt und dessen Versteinerung befördert!“ *)

Ausser dieser Construction (mit der umgekehrten Wölbung) sind auch hier die beiden andren Anordnungsweisen üblich, die Strasse an ihrer Oberfläche entweder horizontal oder in der Mitte ein wenig erhöht anzulegen. Dann hat der Sand oder Kies nicht die vorerwähnte Bedeutung für die Cementbahn und kann nach wenigen Wochen ganz beseitigt werden. —

*) Siehe Mihálik, S. 177.

Digitized by Google

Ist der Boden für die Unterbettung (*s*) ausgehoben, so wird dieselbe wie bei den Steinpflasterungen (s. § 51) eingefahren. Sie besteht auch hier aus Sand oder Kies, welcher ganz rein und frei von allen erdigen Bestandtheilen sein muss. Dieser Kies wird fleissig begossen, bevor der Beton eingeschüttet wird, damit er feucht ist und auch längere Zeit nach Herstellung der Bahn feucht bleibt, um eine schnellere Versteinerung des Betonkörpers hervorzurufen. Kann man erreichen, dass die Unterbettung immerwährend feucht ist, so ist dies sehr günstig, indem die Betonstrasse dann stets eine gewisse Elasticität besitzt.

Ist die Unterbettung gehörig angenässt und festgestampft, so wird der, auf Schiebekarren oder in Körben herbeigeschaffte Beton von der einen Seite der Strasse (also beispielsweise von *c* aus) etwa 5—7,5 cm hoch geschüttet in einer Breite von 40—50 cm und tüchtig festgestampft. Dieses Stampfen muss dann auch von der Seite (*c*) aus nach der Strassenmitte zu erfolgen. Bei breiten Strassen, die nicht mit einem Male in obiger Breite voll geschüttet werden können, schüttet man den Beton so, dass derselbe am Ende eine sanfte Böschung erhält. Es wird dann das vor der Böschung liegende Stück jedesmal gleich vollendet.

Auf diese erste Betonschicht wird hierauf eine zweite, gleichhohe Lage geschüttet und ebenfalls ordentlich festgestampft, dann kommt eine dritte und sofort, bis man die erforderliche Strassenhöhe erhalten hat. Schliesslich wird die ganze Strassenoberfläche, so lange sie noch nicht die erforderliche Festigkeit erlangt hat, mit Brettern überdeckt, auf welche man Eisenschienen oder auch Steine packt, um durch diese gleichförmige Belastung den Betonkörper zu comprimiren.

Was die Stärke des Betonkörpers anlangt, so kann man etwa folgende Maasse wählen:

	a) in der Mitte.	b) an den beiden Seiten.
1) für Strassen mit nur schwachem Verkehre . .	15—20 cm	12—15 cm,
2) für Strassen mit gewöhnlichem Verkehre . . .	20—25 cm	15—20 cm,
3) für Strassen mit schwerem Verkehre	25—30 cm	20—25 cm,
4) für Strassen mit sehr schwerem Verkehre . .	bis 45 cm	bis 30 cm.

Digitized by Google

„Einer hiervon etwas abweichenden Construction begegnet man zuweilen in den Grossstädten, bei welcher der Strassenkörper aus einer Betonschicht von etwa 15—20 cm besteht, auf welcher eine etwa 3—5 cm starke Lage reinen Cementes sich befindet.

„Ferner kann man bei Chausseen", bemerkt v. Mihálik (S. 177) „die Betondecke so construiren, dass von der Achse derselben in einer Breite von etwa 60 cm nach rechts und ebenso viel nach links mit Klinkern gepflastert wird und zwar so, dass die Oberfläche der letzteren 1—2 cm tiefer liegt als die an diese (für die Pferde bestimmte) Bahn anschliessende Wagenbahn, welche aus zwei etwa 1,0 m breiten, mit der Pferdebahn parallel laufenden Streifen aus Beton gebildet wird."

Die von uns zuerst beschriebene Herstellungsweise bildet aber die Regel.

Bildung der Trottoirs.

§ 107. 1) Der Cementgussbelag.

Auch hier wird der Beton aus einem Gemenge von 1 Theil Cement und 4 Theilen Kies in der Regel bestehen und wie bei der soeben von uns besprochenen Bildung der Cementfahrstrassen auf eine Sand- oder Kiesschicht gelegt und gehörig festgestampft.

Wie bei jeder Trottoiranlage, so muss auch bei diesem Fusswege die Oberfläche stets höher gelegen sein als die Oberfläche des Strassendammes aus den uns bekannten Gründen. Wegen der Geräuschlosigkeit des Verkehres auf einer Cementbahn ist diese Erhöhung grade hier unbedingt erforderlich, damit die Fussgänger nicht durch die Fuhrwerke gefährdet werden können.

Die Stärke des Betonkörpers bei Anlage von Trottoirs schwankt gewöhnlich zwischen 6 und 8 cm.

Sehr zweckmässig ist es, den Cement in den unteren Lagen mit gröberem Kies, in den oberen Schichten mit feinkörnigerem Kies zu untermischen, wodurch die Festigkeit des Betonkörpers eine grössere wird. Des besseren Aussehens wegen ist es üblich, die Oberfläche rein abzumeisseln, wodurch das Trottoir das Aussehen von Mosaik erhält.

Ein auf diese Weise herzustellender Cementgussbelag wird pro Quadratmeter etwa 4—6 M. kosten. Er hat vor dem

Digitized by Google

Cement-Plattenbelag (siehe nächsten Paragraphen) den Nachtheil, dass eine dauernd gute Unterhaltung mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist, indem der Cementguss durch die Wandelbarkeit des Untergrundes leicht Risse bekommt, die nicht so einfach zu beseitigen sind. (Es können Reparaturen beim Cement-Plattenbelag schnell durch einfaches Einlegen neuer Platten bewirkt werden.) Trotzdem aber hat der Cementguss-Belag ziemlich häufig auch bei Trottoiranlagen Verwendung gefunden.

§ 108. 2) Trottoirplatten aus Cement-Beton.

Die Platten aus Cementguss, welche in neuerer Zeit zum Belegen von Trottoirs und Promenaden wegen ihrer grossen Sauberkeit, Annehmlichkeit des Verkehres und Billigkeit gern benutzt werden, haben quadratische Form und kommen in Grössen von 30 × 30 cm, 40 × 40 cm und 50 × 50 cm in den Handel. Ihre Stärke schwankt zwischen 6 und 8 cm.

Die Masse der Platten besteht aus 1 Theil Portlandcement und 4 Theilen gewaschenen Kies, wie fast alle für die Strassen hergestellten Betonkörper. Unbedingt nöthig ist es, dass der zur Verwendung kommende Kies durchweg gleiche Korngrösse besitzt, deren Durchmesser 4—5 mm betragen soll. Zweckmässig wird man die Platten aus zwei Schichten herstellen von verschiedenen Mischungen. Beispielsweise würde man bei Trottoirplatten von 50 × 50 cm im Quadrat und 6 cm Stärke die unteren 4 cm aus einem Theil Portlandcement und vier Theilen Kies, die oberen 2 cm aus einem Theil Portlandcement und nur einem Theil Kies bestehen lassen, wodurch die Festigkeit wesentlich erhöht würde. Denn eine solche Platte würde schon nach dreimonatlicher Erhärtung einen Druck von 3 — 400 000 kg aushalten, ehe sie zerstört würde.*)

Der Guss der Cementplatten wird in einem viereckigen eisernen Kasten vollzogen, dessen Unterlage ganz zweckmässig

*) Nach Weisbach ist der Modul der Druckfestigkeit beim Portlandcement sogar zu 750 kg anzunehmen, was aber wol etwas zu hoch gegriffen ist.

Digitized by Google

eine Sandsteinplatte ist. Auf dieser Sandsteinplatte bleiben die Trottoirplatten gewöhnlich 7 Tage unberührt liegen. Erst dann werden sie behutsam abgehoben und aufrecht stehend gelagert.

Nachdem die Platten nicht weniger als 10—12 Monate auf dem Lager gewesen sind, werden sie verlegt, und zwar geschieht die Verlegung auf einer 10—15 cm starken Schicht von Grubensand mit grosser Sorgfalt, um Brüchen in der Platte vorzubeugen. Die Platten bedürfen namentlich einer sehr sorgfältigen Unterstopfung. —

Nehmen wir an, dass 100 kg Portlandcement im Durchschnitt 6 M. kosten, so stellen sich die Herstellungspreise der Trottoirplatten auf etwa 3,20 M. pro Quadratmeter; der Quadratmeter Platten, fix und fertig verlegt, wird demnach ca. 4,0 — 4,5 M. kosten. Die Unterhaltungskosten werden höchstens 6—8 % pro Jahr betragen.

Man erhält also für wenig Geld einen sehr guten Plattenbelag, denn dieser Belag ist sehr bequem zu begehen, sehr leicht zu reinigen, sehr leicht zu repariren, indem man einfach die zerstörten oder abgenutzten Platten herausnimmt und durch neue Platten ersetzt. Nur für sehr starke Frequenz möchten die Cementguss-Platten nicht ausreichend sein.

§ 109. Herstellung der Radabweiser aus Beton.

Man kann auch die sogenannten Radabweiser (Abweisesteine, Streifsteine), welche wir in Fig. 131 mit *r* bezeichnet haben, aus Beton herstellen, wenn man natürliche Steine in geeigneter Grösse nicht leicht erhalten kann. Die Herstellungsweise dieser Radabweiser ist folgende:

Ein aus Fassdauben zusammengesetzter rechter und gestutzter Hohlkegel wird nach Mihálik (S. 178) in eine aus Kupferblech getriebene Kappe gesteckt, welche in die Erde gelegt wird, nachdem dieselbe durch Stampfen oder Rammen ordentlich gedichtet worden. Dieses Modell wird von eisernen Reifen umschlossen und zwischen diese und das Modell werden Holzkeile eingetrieben.

Nun wird die Betonmasse, welche wie immer aus 1 Theile Cement und 4 Theilen gewaschenen, reinen Kies besteht, zunächst

Digitized by Google

etwa 5 cm hoch hineingeschüttet und dann gehörig festgestampft. Hierauf kommt abermals eine 5 cm hohe Lage Beton, die gedichtet wird, und so fort, bis der ganze Hohlkegel ausgefüllt ist. Dann wartet man etwa 6 Stunden, damit sich die Betonmasse versteinere; dann aber kippt man den Kegel um und stellt ihn auf die Grundfläche. Darauf werden die Holzkeile herausgetrieben, die Reifen abgenommen und die Fassdauben abgelöst. Der nun freistehende Radabweiser wird entweder zugedeckt und alle 2 Stunden mit Wasser begossen oder von vornherein gleich ins Wasser gelegt, in dem er 4—6 Wochen liegen bleibt, ehe er auf die Strasse gestellt wird.*)

Ein aus solcher Masse hergestellter Streifstein kostet nur 2—3 M.

§ 110. Ausführung der Reparatur der Cementbahnen.

Nicht leicht wird bei einer *solide* ausgeführten Cementbahn — sei es nun Fahrdamm oder Trottoir — eine Reparatur von Nöthen sein; aber dennoch kommen hin und wieder Stellen im Pflaster vor, die weniger gut gearbeitet sind oder Risse bekommen haben, weil der Untergrund wandelbar gewesen.

Sind Stellen misslungen und reparaturbedürftig geworden, so meisselt man (nach Mihálik) je nach Bedarf ein kleines oder grosses Loch von mindestens 12—15 cm Tiefe aus, welches entweder kreis-rund oder länglich-rund sein kann. Die Vertiefung wird darauf sorgfältig gereinigt und mit Mörtel gehörig eingerieben. Nachdem man diesen entfernt hat, wird das Loch mit Beton wieder ausgefüllt, und dieser bis über die Oberfläche sorgfältig eingestampft. Hierauf wird Sand auf die reparirte Stelle geschüttet, dieselbe ordentlich mit Wasser begossen und für einige Tage mit einem Brett überdeckt.

Hat sich der Untergrund gesenkt oder gehoben, so dass Risse in dem Cementkörper entstanden sind, so muss man ebenfalls ein Loch mit dem Meissel schlagen, das bis auf den Untergrund reicht, diesen Untergrund sorgfältig planiren und feststampfen, und darauf das Loch in der bekannten Weise wieder ausfüllen.

*) In dieser Weise hat v. Mihálik schon im Jahre 1855 die Radabweiser zum Baue einer *Klinkerstrasse*, welche im *Zomborer* Reichsstrassenzuge liegt, aus Beton herstellen lassen, wobei das Stück auf 1 Fl. (= 2 M.) zu stehen kam.

Digitized by Google

§ 111. Vortheile und Nachtheile der Cementbahnen.

Ein Cementpflaster ist mindestens ebenso gut als ein hartes (Sollinger) Sandsteinpflaster; unter Umständen kann dasselbe sogar die Härte und Widerstandsfähigkeit eines Granitsteins erreichen, je nach der Natur des zur Verwendung kommenden Sandes oder Kieses und was für eine Mischung von Cement und Kies zu solchen Bauten verwendet wird. Jede Cementbahn hat also:

1) eine genügend feste, glatte und ebene Bahn; aber sie bereitet auch
2) eine angenehme, staub- und stossfreie, geräuschlose Fahrt;
3) besitzt sie einen geringen Widerstandscoefficienten;
4) erfordert sie nur geringe Unterhaltungskosten, weil sie
5) eine ziemlich lange Dauer hat;
6) lässt sie sich leicht reinigen und leicht repariren.

Der grosse Nachtheil der Cement- oder Betonpflasterungen liegt in der schwierigen und theuren Herstellung derselben. Zwar ist an und für sich die Herstellung eine ziemlich billige, aber das Beschaffen und Aufstellen der Maschinen, der Beton-Zubereitungslokale u. s. w., die stets bei grösseren Bauten — (also namentlich bei Strassenfahrdämmen, von denen wir zunächst nur sprechen wollen,) — am Ort der Betonverwendung unumgänglich nöthig sind, erfordert viel Zeit und Geld. Ausserdem aber verlangt die Herstellungsweise des Cementpflasters tüchtige, eingeschulte Arbeiter, weil nur ein, mit der grössten Sorgfalt ausgeführtes Betonpflaster sämmtliche obigen Vortheile gewährt. Aus diesen Gründen wird das Cement-Betonpflaster wol kaum mit unsren andren guten Pflasterungsmethoden bei Herstellung von Strassenfahrbahnen in Concurrenz treten können.

Anders ist es aber bei den Trottoiranlagen. Hier ist die Herstellung eine bedeutend einfachere und billigere, denn man erspart Maschinen und complicirte Zubereitungslokale am Verwendungsorte des Betons, weil man die Cementplatten in der Fabrik und den Cementguss mit der Hand auf offener Strasse bereiten kann.

Die Cementbahnen werden aus diesem Grunde namentlich für Trottoiranlagen als zweckmässig empfohlen werden können, und wird man wol stets den Cementplatten den Vorzug geben, weil diese durch die

Digitized by Google

Wandelbarkeit des Untergrundes weniger leiden und Reparaturen ohne Schwierigkeiten durch Einlegen neuer Platten bewirkt werden können. —

Uebrigens sei zum Schluss noch bemerkt, dass über die Herstellung von Cement-Betonfahrbahnen entscheidende Erfahrungen noch nicht vorliegen.

§ 112. Normen*)

für die einheitliche Prüfung von Portlandcement,

aufgestellt von dem

Königl. Preuss. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten

mittelst Erlass vom 10. November 1878.

I. Das Gewicht der Tonnen und Säcke, in welchen Portlandcement in den Handel gebracht wird, soll ein einheitliches sein; es sollen nur Normaltonnen von 180 kg brutto und 170 kg netto, halbe Tonnen von 90 kg brutto und 83 kg netto, sowie Säcke von 60 kg Bruttogewicht von den Fabriken gepackt werden.

Streuverlust, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewicht können bis zu 2% nicht beanstandet werden.

Die Tonnen und Säcke sollen die Firma der betreffenden Fabrik und die Bezeichnung des Bruttogewichts mit deutlicher Schrift tragen.

Motive zu I. Ein einheitliches Gewicht der im Handel vorkommenden Tonnen und Säcke existirt bis jetzt nicht. Während die norddeutschen Fabriken Tonnen sowol von 200 kg, als auch solche von 180 kg packen, haben die Tonnen der west- und süddeutschen, sowie die der meisten englischen Fabriken ein Gewicht von 180 kg brutto; es kommen indess auch noch leichtere Tonnen, namentlich im Kleinverkehr beim Wiederverkauf vor. Da nun der Preis per Tonne gestellt wird, so ist die Einführung eines einheitlichen Gewichtes im Interesse der Consumenten und des reellen Geschäfts dringend geboten. — Hierzu ist das weitaus gebräuchlichste und im internationalen Verkehr fast ausschliesslich geltende Gewicht von 180 kg brutto = circa 400 Pfund englisch gewählt worden. Die theilweise noch übliche Tonne

*) Wie wir bereits mehrfach in diesem Werke sahen, so wird der Portlandcement im Strassenbau ziemlich häufig verwendet, namentlich zur Herstellung einer wasserundurchlässigen Unterbettung, zum Ausfüllen der Fugen der Pflastersteine und — beim Bau der soeben besprochenen Cement-Betonpflasterungen. Aus diesem Grunde hielten wir es für angemessen, den neuesten Ministerialerlass für die Lieferung und Prüfung dieses Cementes an dieser Stelle einzuschalten. —

Digitized by Google

von 200 kg soll aus praktischen Gründen ausnahmsweise noch bis zum Schluss des Jahres 1879 zulässig sein.

Nachdem die wesentlich billigere Verpackung in Säcken sich seit einer Reihe von Jahren in Süddeutschland, Holland, Belgien, England u. s. w. für sehr viele Fälle als durchaus genügend erwiesen hat, ist diese Verpackungsweise wegen der grossen, für den Consumenten zu erzielenden Ersparniss, namentlich für grössere Lieferungen, ganz besonders zu empfehlen. Für das zur einheitlichen Einführung zu bringende Gewicht von 1 Sack wurde 60 kg als das geeignetste befunden, weil ein solches Gewicht mit Leichtigkeit zu transportiren ist und weil dann das Bruttogewicht von 3 Säcken dem von 1 Tonne entspricht.

II. Je nach der Art der Verwendung ist Portlandcement langsam oder rasch bindend zu verlangen. Für die meisten Zwecke kann langsam bindender Cement angewandt werden und es ist diesem dann wegen der leichteren und zuverlässigeren Verarbeitung und wegen seiner höheren Bindekraft immer der Vorzug zu geben.

Als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche in $^1/_2$ Stunde, oder in längerer Zeit erst abbinden.

Erklärungen zu II. Um die Bindezeit eines Cements zu ermitteln, rühre man den reinen Cement mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glas- oder Metallplatte einen etwa 1,5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen. Sobald der Kuchen so weit erstarrt ist, dass derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel oder mit einem Spatel widersteht, ist der Cement als abgebunden zu betrachten.

Das das Abbinden von Cement durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflusst wird, insofern höhere Temperatur dasselbe beschleunigt, niedere Temperatur es dagegen verzögert, so sollten die Versuche, um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von etwa 15—18° C. vorgenommen, oder, wo dies nicht angängig, die jeweiligen Temperaturverhältnisse immer in Berücksichtigung gezogen werden.

Während des Abbindens darf langsam bindender Cement sich nicht wesentlich erwärmen, wohingegen rasch bindende Cemente eine merkliche Temperaturerhöhung aufweisen können.

Portlandcement wird durch längeres Lagern langsamer bindend und gewinnt bei trockener, zugfreier Aufbewahrung an Bindekraft. Die noch vielfach herrschende Meinung, dass Portlandcement bei längerem Lagern an Qualität verliere, ist daher eine irrige und es sollten Contractsbestimmungen, welche nur frische Waare vorschreiben, in Wegfall kommen.

III. Portlandcement soll volumbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, dass ein dünner, auf Glas oder Dachziegel ausgegossener Kuchen von reinem Cement, unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Digitized by Google

Erklärungen zu III. Der zur Bestimmung der Bindezeit angefertigte Kuchen wird sammt der Glasplatte unter Wasser gebracht. Bei rasch bindenden Cementen kann dies schon nach $^1/_4$ bis 1 Stunde nach dem Anmachen der Probe geschehen, bei langsam bindenden Cementen darf es, je nach ihrer Bindezeit, erst nach längerer Zeit, bis zu 24 Stunden nach dem Anmachen, stattfinden. Zeigen sich nun nach den ersten Tagen oder nach längerer Beobachtungszeit an den Kanten des Kuchens Verkrümmungen oder Risse, so deutet dies unzweifelhaft „Treiben" des Cements an, d. h. es findet, in Folge einer allmählichen Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhangs, unter Volum-Vermehrung eine beständige Abnahme der Festigkeit statt, welche bis zu gänzlichem Zerfallen des Cements führen kann.

Eine weitere Probe zu gleichem Zweck ist die folgende: Es wird der zu untersuchende Cement mit Wasser zu einem steifen Brei angerührt und damit auf einem Dachziegelstück, welches mit Wasser vollständig getränkt, jedoch äusserlich wieder abgetrocknet ist, ein nach aussen hin dünn auslaufender Kuchen gegossen; je nach der Bindezeit des Cements wird diese Probe, wie oben angedeutet, nach kürzerer oder längerer Zeit unter Wasser gelegt. Wenn der Kuchen weder in den ersten Tagen, noch später sich vom Stein ablöst, noch auch Verkrümmungen oder Risse zeigt, so wird der Cement beim Bau nicht treiben.

IV. Portlandcement soll so fein gemahlen sein, dass eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen pro Quadratcentimeter höchstens 20% Rückstand hinterlässt.

Motive und Erklärungen zu IV. Da Cement fast nur mit Sand, in vielen Fällen sogar mit hohem Sandzusatz verarbeitet wird, die Festigkeit eines Mörtels aber um so grösser ist, je feiner der dazu verwendete Cement gemahlen war (weil dann mehr Theile des Cements zur Wirkung kommen), so ist die feine Mahlung des Cements von nicht zu unterschätzendem Werth. Es erscheint daher angezeigt, die Feinheit des Korns durch ein feines Sieb von obiger Maschenweite einheitlich zu controliren.

Es wäre indess irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Bindekraft eines Cements schliessen, da geringe, weiche Cemente weit eher sehr fein gemahlen vorkommen, als gute, scharf gebrannte; letztere aber werden selbst bei gröberer Mahlung doch stets eine höhere Bindekraft aufweisen, als die ersteren.

V. Die Bindekraft von Portlandcement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Daneben empfiehlt es sich, zur Controle der gleichmässigen Beschaffenheit der einzelnen Lieferungen auch die Festigkeit des reinen Cements festzustellen. Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen, und zwar mittelst Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Zerreissungsapparaten.

Die Zerreissungsproben sind an Probekörpern von 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

Digitized by Google

Motive zu V. Da man erfahrungsgemäss aus den mit reinem Cement gewonnenen Festigkeitsresultaten nicht einheitlich auf die Bindefähigkeit zu Sand schliessen kann, namentlich wenn es sich um Vergleichung von Cementen aus verschiedenen Fabriken handelt, so erscheint es geboten, die Prüfung von Portlandcement auf Bindekraft mittelst Sandzusatz vorzunehmen.

Obgleich in der Praxis Portlandcement fast nur auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird, so ist doch, wegen der Kostspieligkeit der bis jetzt bekannten Apparate und der schwierigeren Ausführbarkeit der Proben, von der Prüfung auf Druckfestigkeit Abstand genommen und die weit leichtere und einfachere Prüfung auf Zugfestigkeit gewählt, um so mehr, als die hier empfohlenen Proben vor allem die leicht ausführbare Controlirung der Eigenschaften des zum Bau gelieferten Cements bezwecken sollen und die Zugfestigkeit einen hinlänglich sicheren Schluss auf die Druckfestigkeit zulässt.

Um vollständige Einheitlichkeit bei den Prüfungen zu wahren, wird empfohlen, für den Bezug der Normalformen Zerreissungsapparate und der übrigen zur Prüfung erforderlichen Geräthe nur diejenigen Quellen zu benutzen, welche von dem Vorstande des „Deutschen Cement-Fabrikantenvereins" nachgewiesen werden; hierzu sollen Bekanntmachungen in Fachblättern erfolgen.

VI. Guter, langsam bindender Portlandcement soll bei der Probe mit 3 Gewichtstheilen Normalsand auf 1 Gewichtstheil Cement nach 28 Tagen Erhärtung — 1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser — eine Minimalfestigkeit von 10 kg pro Quadratcentimeter haben.

Bei einem bereits geprüften Cement kann die Probe sowol des reinen Cements als des Cements mit Sandmischung als Controle für die gleichmässige Güte der Lieferung dienen.

Der Normalsand wird dadurch gewonnen, dass man einen möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen pro Quadratcentimeter siebt, dadurch die gröbsten Theile ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sand mittelst eines Siebes von 120 Maschen pro Quadratcentimeter noch die feinsten Theile entfernt.

Die Probekörper müssen sofort nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft werden.

Cement, welcher eine höhere Festigkeit als 10 kg pro Quadratcentimeter zeigt, gestattet in den meisten Fällen einen grösseren Sandzusatz und hat, aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, so wie oft schon wegen seiner grösseren Festigkeit bei gleichem Sandzusatz, Anrecht auf einen entsprechend höheren Preis.

Bei schnell bindenden Portlandcementen ist die Zugfestigkeit nach 28 Tagen im allgemeinen eine geringere, als die oben angegebene.

Digitized by Google

Motive und Erklärungen zu VI. Da verschiedene an und für sich gute Cemente hinsichtlich ihrer Bindekraft zu Sand, worauf es in der Praxis ja vorzugsweise ankommt, sich sehr verschieden verhalten können, so ist insbesondere beim Vergleich mehrerer Cemente eine Prüfung mit hohem Sandzusatz unbedingt erforderlich. Als geeignetes Verhältniss wurde angenommen: 3 Gewichtstheile Sand auf 1 Gewichtstheil Cement, da mit 3 Theilen Sand der Grad der Bindefähigkeit bei verschiedenen Cementen in hinreichendem Maasse zum Ausdruck gelangt.

Es ist, um übereinstimmende Resultate zu erhalten, durchaus erforderlich, überall den oben erwähnten Normalsand anzuwenden, da die Korngrösse des Sandes auf die Festigkeitsresultate von grossem Einfluss ist. Der Normalsand soll rein und trocken verwendet werden und sind lehmige und andere fremdartige Bestandtheile unbedingt vorher durch Auswaschen zu entfernen.

Bei einem bereits geprüften Cement wird die 7 Tagsprobe sowol des reinen Cements als des Cements mit Sandmischung als Controlprobe ein relatives Urtheil über die gleichmässige Güte der Waare gewähren.

Von ganz besonderem Werth würde es sein, wenn da, wo dies zu ermöglichen ist, die Zerreissungsversuche an vorräthig zu diesem Zweck angefertigten Probekörpern auf Monate und selbst Jahre ausgedehnt würden, um das Verhalten verschiedener Cemente auch bei längerer Erhärtungsdauer kennen zu lernen.

Behufs Erzielung übereinstimmender Resultate ist es ferner geboten, alle Probekörper nach deren Anfertigung während 24 Stunden an der Luft liegen zu lassen und sie dann bis zur Prüfung unter Wasser zu legen, weil ein kürzeres oder längeres Liegenlassen an der Luft zu beträchtlichen Differenzen in den Festigkeitsresultaten führt.

Die Probekörper dürfen, wie in obiger Resolution erwähnt, erst direct vor der Prüfung dem Wasser entnommen werden, weil ein längeres Verbleiben an der Luft ebenfalls zu Schwankungen in den Festigkeitszahlen Veranlassung geben würde.

Bei rasch bindenden Cementen kann die Festigkeit von 10 kg mit 3 Theilen Sand nicht beansprucht werden, weil sehr rasche Cemente ihrer Natur nach in der Regel so hohe Bindekraft nicht besitzen, als langsam bindende Cemente.

Beschreibung der Proben zur Ermittelung der Bindekraft.

Da es vor Allem darauf ankommt, dass bei der Prüfung desselben Cements an verschiedenen Orten möglichst übereinstimmende Resultate erzielt werden, so mussten bestimmte Normen für eine durchaus gleichmässige Behandlung der Probekörper aufgestellt werden. Nur bei genauer Einhaltung dieser im Nachstehenden gegebenen Regeln wird es möglich sein, zu übereinstimmenden Zahlen zu gelangen.

Man legt auf eine zur Anfertigung der Proben dienende Metall- oder Marmorplatte 5 mit Wasser getränkte Blättchen Fliesspapier und setzt hierauf 5 vorher gut gereinigte und mit Wasser angenetzte Formen. Man wiegt 250 gr Cement und 750 gr trocknen Normalsand ab und mischt beides in einer Schale gut durcheinander. Hierauf bringt man 100 cbcm = 100 gr reines süsses Wasser hinzu und arbeitet die ganze Masse mit einem Spatel so lange durch, bis die-

Digitized by Google

selbe ein gleichmässiges Ansehen zeigt. Man erhält auf diese Weise einen sehr steifen Mörtel, welcher das Aussehen von frisch gegrabener, feuchter Erde hat und sich in der Hand gerade noch ballen lässt. Mit diesem Mörtel werden die Formen auf ein Mal so hoch angefüllt, dass sie stark gewölbt voll werden. Man schlägt nun mittelst eines eisernen Anmachspatels (im Gewicht von ca. 150—200 gr) anfangs schwach, dann stärker den überstehenden Mörtel in die Formen so lange ein, bis derselbe elastisch wird und an seiner Oberfläche sich Wasser zeigt. Ein bis zu diesem Moment fortgesetztes Einschlagen ist unbedingt erforderlich. Ein nachträgliches Aufbringen und Einschlagen von Mörtel ist nicht statthaft, weil Probekörper von gleicher Dichtigkeit hergestellt werden sollen. — Man streicht nun das die Form Ueberragende mit einem Messer ab und glättet mit demselben die Oberfläche.

Nachdem die Proben hinreichend erhärtet sind, löst man durch Oeffnen der Schrauben die Formen ab und befreit die Proben von dem noch anhaftenden Fliesspapier.

Um richtige Durchschnittszahlen zu erhalten, sind für jede Prüfung mindestens 10 Probekörper anzufertigen.

Nachdem die Probekörper 24 Stunden an der Luft gelegen haben, werden dieselben unter Wasser gebracht und hat man nur darauf zu achten, dass sie während der ganzen Erhärtungsdauer stets vom Wasser bedeckt bleiben.

Am Tage der Prüfung werden die Proben unmittelbar vor der Prüfung aus dem Wasser genommen und auf dem Apparat sofort zerrissen. Das Mittel aus sämmtlichen 10 Bruchgewichten ergiebt die Festigkeit des geprüften Cementmörtels.

Befinden sich jedoch unter den erhaltenen Zahlen abnorm niedrige, so sind diese, als durch Fehler in der Darstellung der Probekörper verursacht, von der Berechnung auszuschliessen.

Anhang.

Will man — wie in den Motiven zu VI erwähnt — schon nach 7 Tagen eine Controle an der abgelieferten Waare vornehmen, so kann dies durch eine Vorprobe geschehen, und zwar auf zweierlei Art. Entweder

a) mit Sandmischung: jedoch muss dann die Verhältnisszahl der 7 Tagsfestigkeit zur 28 Tagsfestigkeit am betreffenden Cement erst ermittelt werden, da die Festigkeitsresultate verschiedener Cemente bei der 28 Tagsprobe einander gleich sein können, während sich bei der 7 Tagsprobe noch wesentliche Unterschiede zeigen. Oder

b) mit reinem Cement, indem man auch hier das Verhältniss der 7 Tagsfestigkeit des reinen Cements zur 28 Tagsfestigkeit bei 3 Theilen Sand an dem betreffenden Cement ermittelt.

Die 7 Tagsprobe mit Sand ist einfach dadurch auszuführen, dass man nach obiger Vorschrift 10 Probekörper mehr anfertigt und diese nach 7 Tagen schon prüft.

Macht man die 7 Tagsprobe aber mit reinem Cement, so können die Probekörper auf verschiedene Weise hergestellt werden: Entweder auf undurchlässigen Unterlagen (Metall oder undurchlässige Steinplatten), oder auf absaugenden Unterlagen (Gips- oder schwach gebrannten Ziegelplatten). Bei der letzteren Probe erreicht man bedeutend höhere Zugfestigkeiten und es

Digitized by Google

ist bei Vergleichung von Zugfestigkeiten der reinen Cemente sowol als der Cemente mit Sandmischung stets darauf Rücksicht zu nehmen, ob die betreffenden Probekörper auf die eine oder die andere Weise angefertigt sind.

Bei der Probe auf undurchlässiger Unterlage nimmt man auf 1000 Gewichtstheile Cement 200—275 Gewichtstheile Wasser, je nach der Bindezeit des betreffenden Cements, arbeitet die Masse gut durcheinander, füllt dieselbe in die Formen, welche von der Unterlage durch Blättchen Löschpapier getrennt sind, und rüttelt die Masse durch Schläge mit dem Spatel gegen die Form derartig zusammen, dass alle Luftblasen entfernt werden und ein zusammenhängender Körper ohne Hohlräume sich bildet. Man streicht hierauf den überschüssigen Mörtel ab und zieht die Form vorsichtig ab. Proben mit dem gleichen Cement müssen hinsichtlich des Wasserzusatzes sowie beim Gusse stets gleich behandelt werden, da jedes Moment, welches auf eine Vergrösserung oder Verringerung der Verdichtung der Masse einwirkt, auch sofort die Festigkeit verändert.

Will man die Probe auf absaugender Unterlage machen, so nehme man auf 1000 Gewichtstheile Cement 330 Gewichtstheile Wasser; der Ueberschuss von Wasser wird hier von der Unterlage aufgesaugt und dadurch eine bedeutende Verdichtung der ganzen Masse herbeigeführt. Selbstverständlich müssen die Unterlagen, um die absaugenden Eigenschaften zu behalten, öfter gewechselt und getrocknet werden. Nachdem die Masse in die Form gegossen ist, werden durch Anklopfen an die Form die Luftblasen entfernt. Nachdem die Oberfläche abgestrichen und eine leichte Erstarrung eingetreten ist, kehrt man die Form um, so dass nun auch die obere Seite abgesaugt wird. Die Masse sinkt in Folge der Verdichtung in der Form. Man füllt dann von neuem Cement auf, streicht bei beginnender Erstarrung ab und zieht die Form vorsichtig vom Probekörper ab. Haftet hierbei der Cement zu fest an der Form, so klopft man die Form von allen Seiten leise an, wodurch eine Lösung von den Wandungen bewirkt wird. — Es gehört einige Uebung dazu, um auf diesem Wege zu guten, gleichmässige Festigkeit zeigenden Probekörpern zu gelangen.

Die weitere Behandlung und Prüfung der Probekörper hat dann, wie oben beschrieben, zu geschehen. —

Digitized by Google

Siebenter Abschnitt.

Das Eisenpflaster.

§ 113. Einleitende Bemerkungen.

Wir sahen, dass beispielsweise gleich die ersten Versuche mit dem Asphalte als Strassenpflasterungsmaterial sehr günstig ausfielen; beim eisernen Strassenpflaster kann man das aber, wenn man alle Probepflaster bis etwa zum Jahre 1870 berücksichtigt, nicht behaupten; im Gegentheil, es fielen fast alle Versuche höchst kläglich aus und vernichteten all' die grossen Hoffnungen und Wünsche, welche man auf das Eisenpflaster von allen Seiten gesetzt hatte.

Trotz des grossen Interesses der Technikerwelt und trotz aller erdenklichen Bemühungen, das Fehlerhafte und die Nachtheile dieses Pflasters zu beseitigen, dauerte es doch gar lange Zeit, bis ein Eisenpflaster erfunden wurde, das wenigstens einigermassen den an dasselbe gestellten Anforderungen genügte.

Wenn wir uns hier in der Einleitung unsrer Besprechungen über das Eisenpflaster das einfachste Pflaster dieser Art denken, das es wol geben möchte, so können wir nachher am besten die Bedingungen aufstellen, denen jedes eiserne Pflaster genügen muss, wenn es mit andren vorzüglichen Pflasterungsmethoden in Concurrenz gestellt werden darf.

Die einfachste Art und Weise, einen eisernen Strassendamm zu bilden, ist wol die: rechteckige, eiserne Gussstücke an- und nebeneinander zu legen und mit einander irgendwie zu verbinden. Um ein Ausgleiten der Zugthiere zu verhüten (oder wenigstens zu vermindern), würde man hier die Oberfläche der Pflastersteine vielleicht mit Rillen versehen. Es ist klar, dass ein

Digitized by Google

solches Eisenpflaster bei einem nur einigermassen regen Verkehr keine grosse Dauer haben kann, denn gar bald sind die Rillen durch die Wagenräder und Pferdehufe zerstört, gar bald haben atmosphärische Niederschläge, indem sie das Rosten des Eisens befördern, die Strassenbahn vollständig unbrauchbar für jeglichen Verkehr gemacht, sie vernichtet. Ein solches Strassenpflaster bildet bei Regen und Schnee und namentlich bei Frostwetter stets eine äusserst glatte und schlüpfrige Bahn auf welcher die Menschen und Thiere ausgleiten und die Fuhrwerke geschleudert werden; ein solches Pflasterungsmaterial dehnt sich bei grosser Hitze im Sommer aus, es muss also von vornherein mit genügenden Zwischenräumen verlegt sein; ein Eisenpflaster strömt die aufgenommene Hitze und üblen Gerüche von unten wieder aus, so dass das Betreten der Strasse für jedes lebende Wesen unangenehm, ja gradezu lästig werden kann; es entsteht beim Befahren desselben jenes eigenthümliche Geräusch, welches so vielfach von nervösen Leuten verwünscht wird. Um also ein brauchbares, gusseisernes Strassenpflaster von dieser höchst primitiven Construction zu erhalten, hätte man die einzelnen Gussstücke, sobald als sie abgefahren oder durch Verrosten untauglich geworden sind, auszuwechseln und im Sommer die Hitze durch eifriges Bespülen zu beseitigen, ferner das Pflaster periodisch mit einem Anstrich zu versehen, der das Rosten vermindert oder ganz verhütet. Aber alles dies stört den Verkehr und kostet viel Geld. — Man sieht leicht ein, dass eine solche Construction trotz mancher Vortheile (wie z. B. glatte und ebene Bahn, geringe Zugkraft) doch niemals ausgeführt werden darf, weil die Nachtheile doch die Vortheile bedeutend überwiegen.

Aus diesem bescheidenen Beispiele resultiren schon folgende, wichtige Sätze:

1) jedes Eisenpflaster muss eine glatte und ebene Bahn bilden, auf welcher die Fahrt geräuschlos und stossfrei ist;
2) es muss eine nur geringe Zugkraft erfordern und Pferde und Wagen schonen;
3) es muss eine geringe Abnutzung selbst bei starkem Verkehre zeigen, also eine möglichst lange Dauer haben;
4) es muss seine Reparatur und seine Unterhaltung (Reinigung) möglichst leicht und billig zu bewerkstelligen sein;
5) es muss so beschaffen sein, dass es im Sommer nicht zu viel Hitze noch üble Gerüche ausströmt und im Winter

Digitized by Google

weder durch Schnee noch Regen, noch Frost glatter und schlüpfriger wird als die gewöhnlichen Steinpflasterungen und als die Asphaltbahnen; endlich muss es

6) in der Anlage möglichst billig sein.

Wir sehen aus diesen Aufzählungen, dass eigentlich nur der Hitze (und auch dem Rost) bei diesem Systeme noch besondere Beachtung geschenkt werden muss, dass aber sonst die Bedingungen dieselben sind wie die bei den Asphaltbahnen, sowie überhaupt bei jeder andren Strassenbaumethode.

Die ausströmende Hitze, die Bildung von Rost, das unangenehme Geräusch sucht man in allerjüngster Zeit dadurch zu verhüten, dass man möglichst wenig von dem Eisen an die Oberfläche der Strassenbahn treten lässt. Man versieht jetzt jedes Eisenpflaster mit Kies oder Cement, den man auf verschiedene Weise zwischen und auf die einzelnen Eisentheile schüttet. —

Mit eisernen Strassenpflasterungen hat man bisher verhältnissmässig wenig Versuche angestellt. Einentheils lag das daran, dass nur sehr wenige Techniker sich ernstlich mit der Lösung dieses Problems beschäftigten und deshalb neue Constructionen nur selten erfunden wurden; anderntheils aber waren die Baubehörden von vornherein gegen jedes Eisenpflaster eingenommen, weil fast alle Versuche — wie bereits gesagt — gar zu kläglich ausgefallen waren; wollte man nicht für eine, an sich schon unfruchtbare Sache weder Geld noch Zeit verschwenden.

In der Neuzeit sind namentlich in London, New-York, Warschau, Hamburg, Berlin u. s. w. grössere Probepflasterungen mit eisernen Strassendämmen ausgeführt worden, welche hier alle ausführlich besprochen werden sollen.

Es ist sehr verlockend, grade in der Jetztzeit Versuche mit eisernen Strassenpflasterungen anzustellen, weil augenblicklich die Eisenindustrie so sehr im Argen liegt, dass die Preise für das Gusseisen und Schmiedeeisen (Walzeisen) sehr niedrig stehen. Ein grade jetzt zu bauendes Eisenpflaster würde wol nicht theurer in der Anlage zu stehen kommen als ein gewöhnliches Steinpflaster. Aber man darf sich hierdurch nicht verlocken lassen, weil ja jeden Tag die Eisenpreise wieder steigen können. Steigen aber diese nur um ein Geringes, so wird das Eisen das theuerste Strassenmaterial und zwar theurer als

Digitized by Google

der beste Granitstein oder Asphalt. Im allgemeinen wird also dieser Satz völlig richtig sein.*)

§ 114. Eintheilung nach dem Materiale.

Man hat bei den Eisenpflasterungen zu unterscheiden zwischen:

1) gusseisernem,
2) schmiedeeisernem,
3) combinirtem (d. h. aus guss- und schmiedeeisernen Theilen bestehendem) Strassenpflaster.

Ein gusseisernes Strassenpflaster ist häufiger und zwar z. B. in Warschau, London u. s. w. probeweise ausgeführt worden, während das combinirte in Berlin kürzlich erst dem Verkehre übergeben worden und ein rein schmiedeeisernes nur ein einziges Mal, so viel uns bekannt, zur Ausführung gelangt ist.

Im Allgemeinen wird sich ein gusseisernes Pflaster billiger als ein schmiedeeisernes oder combinirtes stellen, dafür aber wol geringere Dauer haben, so dass einem schmiedeeisernen oder combinirten Systeme der Vorzug zu geben ist. Uebrigens darf dieser Satz so ohne Weiteres nicht als richtig hingestellt werden, weil sich die Güte des eisernen Pflasters nach seiner Construction, seiner Verlegung und seiner Materialbeschaffenheit natürlich richtet.

§ 115. Das Eisenpflaster bei und in London.**)

Einige der ersten Probeversuche mit gusseisernem Strassenpflaster wurden in London veranstaltet. Zwar

*) Wir werden übrigens im Folgenden jedesmal den ungefähren (augenblicklichen) Herstellungspreis angeben.

**) Da der Verf. d. W. nirgends Skizzen und namentlich Beschreibungen über die in London zu wiederholten Malen zur Ausführung gekommenen Eisenpflasterungen auftreiben konnte, so wendete er sich, um ganz zuverlässige Nachrichten von den zuständigen Behörden zu erhalten, an den kaiserl. Generalconsul des Deutschen Reiches, Herrn von Bojanowski in London, welcher ihm seine Bitte bereitwilligst erfüllte. Leider aber war es selbst diesem Herrn nicht möglich, ausführliche Beschreibungen noch Skizzen dem Verf. zu verschaffen, weil nach Aussage der zuständigen Baubehörde in London Drucksachen über die dort versuchsweise gelegten Eisenpflasterungen nirgends veröffentlicht wurden! —

Digitized by Google

ist in dem Bezirke des Metropolitan Board of Works d. h. London in seiner ganzen Ausdehnung ausschliesslich der City eisernes Strassenpflaster überhaupt niemals zur Ausführung gekommen und versucht worden, dagegen hat man ein solches bereits im Jahre **1836** in der Nähe von London zur Ausführung gebracht.

Dieses erste Eisenpflaster finden wir beschrieben in der kleinen Broschüre des Freiherrn von Paulucci „Der Chausseebau in England u. s. w." (Wien **1838**, S. 49 u. flgde.), in welcher es wörtlich folgendermassen heisst:

„. . . . . Grössere Aufmerksamkeit dürfte ein Versuch des mit der Oberaufsicht der irischen Strassen beauftragten Mr. Macneill verdienen, welcher im Februar 1836 ein Stück der starkbefahrenen Strasse, etwa 66 engl. Meilen von London oder 3 Meilen von Towcester, gelegenheitlich einer Hauptreparatur, mit einzölligen (2,5 cm), 3 Zoll (7,5 cm) im Lichten von einander entfernten, in die Oberfläche der letzten zweizölligen (5,0 cm starken) Schlegelsteinlage eingesetzten Schmiedeeisenwürfeln versehen, und diese Oberfläche mittelst schwerer Steinwalzen so consolidiren liess, dass fragliche Eisenwürfel fest in das mosaikartige Schlegelsteingefüge zu sitzen kamen. — Durch die natürliche Feuchtigkeit und zeitweises Aufspritzen wurde in ganz kurzer Zeit etwas Rost an den Seitenflächen der Eisenwürfel erzeugt, welcher das Bindemittel zwischen dem Eisen und Steine lieferte, und dem erwähnten Gefüge gar bald eine solche Festigkeit verschaffte, dass die Radfelgen der darüber fahrenden Wagen seither noch nicht einen Würfel aus seinem Lager zu rücken vermochten, und dieses überhaupt nur mit Hülfe eines Werkzeuges bewirkt werden kann. — Da nun die nur einer sehr langsamen Abnützung und gar keinem Zerdrücken unterliegenden, nahe an einander stehenden Eisenwürfel den mittelst des Rostes an ihnen klebenden Steinstücken zum Schutze dienen, so hat sich auch die so hergestellte Oberfläche bis zur Abreise des Verfassers von London (im Monat Mai 1837), das ist durch ca. 15 Monate, ohne die geringste Reparatur im besten Stande erhalten. Der glückliche Erfolg dieses Versuches veranlasste Herrn Macneill solchen dem Vereine der Civilbaumeister von England (Institution of Civil-Engineers of England) mitzutheilen, auch beabsichtigte er beim Unterhause, auf dessen

Digitized by Google

weitere Ausdehnung und versuchsweise Anwendung von Gusseisenwürfeln anzutragen.

Ohne Zweifel stellen sich die ersten Herstellungskosten dieser Verbesserung (?) wobei pro Quadratklafter (etwa 10 cbcm) 324 Stück zöllige (2,5 cm starke) Eisenwürfel, oder ca. 80 Pfund, somit für die deutsche Meile (7500 m) auf 18 Fuss (5,4 m) Breite 9600 Centner (192 Tonnen) Eisen erfordert werden, als so bedeutend heraus, dass der fragliche Antrag nur in England, wo die jährliche Reparatur und Instandhaltung stark befahrener Chausseen nicht minder ungeheure Summen erheischt, selbst dort aber auch nur für die Eisengewerksgegenden, wo das Eisen in verhältnissmässig sehr niederem Preise steht, dem Vorwurfe des Abenteuerlichen zu entgehen vermag. Jedenfalls dürfte aber dies Beispiel einen Beleg liefern, welchen Werth man in England auf den möglichst vollkommenen Zustand der Strassen legt, welche diesseits des Canales unerschwinglich scheinende Summen aber auch hinwieder zur Erreichung dieses Zweckes ohne Scheu gefordert und wirklich aufgewendet werden!" — —

Soweit unsre Quelle. Der Antrag des dort mehrfach genannten Ingenieurs Macneill muss jedoch nicht im Unterhause durchgedrungen sein, da erst im Jahre 1855 (also 18 Jahre später) in der City von London und zwar in Leadenhall-Street eine Probe ausgelegt wurde, welche aus gusseisernen polygonalen Blöcken bestand, die ineinander griffen und an den Kanten der Oberfläche mit Vorsprüngen (nosehed) versehen und mit Kies gefüllt waren.

Im Jahre 1856 wurden sie auch in ein Bett von Conkret umgelegt, aber schon April 1857 ganz beseitigt, weil sich das Eisenpflaster als völlig unzweckmässig erwies.

Im Jahre 1862 ward sodann noch einmal ein Versuch mit Eisenpflasterungen gemacht, indem man die Poultry, bekanntlich die engste und dabei verkehrsreichste Strasse der Londoner City, mit viel schwereren Gusseisenblöcken belegte. Dieses Gusseisenpflaster stiess an ein gusseisernes Geleis, welches zwischen ihm und den Kantensteinen lag; doch verursachten die Fuhrwerke an dem Stosse zwischen Geleis und Gusseisenpflaster solche Beschädigungen, dass das Geleis beseitigt und das Pflaster über die ganze Fläche gelegt wurde. Obwol es trotz des sehr starken Verkehres nur eine ge-

Digitized by Google

ringe Abnutzung zeigte, so musste es doch im Jahre 1865 wieder abgeschafft werden. Die Gründe dafür waren:

1) die Erregung eines für die darüber Fahrenden lästigen Geräusches;
2) die nervöse Erregung der Pferde;
3) die Unzuträglichkeit für Fussgänger;
4) die höchst unsaubere Beschaffenheit bei Regenwetter;
5) das Aufsteigen von Effluvien bei warmem Wetter.

Seit 1865 ist in London — unsres Wissens — kein neuer Versuch mit Eisenpflasterungen veranstaltet worden! —

§ 116. Das Strassenpflaster aus Eisen in Warschau.

Das Warschauer Strassenpflaster besteht ebenfalls aus Gusseisen. —

Wir bemerkten schon, dass gusseiserne Pflasterstücke zumeist theurer in der Anlage sind als die besten Pflastersteine aus Granit, dass sie sich aber billiger stellen als ein schmiedeeisernes oder combinirtes Pflasterungsmaterial. Das hier zu besprechende Strassenpflaster ist aber, wie noch gezeigt werden wird, insofern günstiger als jedes andere, bisher verlegte rein gusseiserne Pflaster, als die Gussstücke nicht theurer sind wie die besten Granitwürfel gleicher Grösse, sondern sich bei den augenblicklich herrschenden äusserst niedrigen Eisenpreisen sogar werden etwas billiger beschaffen lassen können. Dieser Umstand wird bei einer parteilosen Beurtheilung dieses Pflasterungsmateriales sehr ins Gewicht fallen müssen! — — —

Das Warschauer Eisenpflaster ist als eine Art Rost hergestellt. Die gusseisernen Stücke haben eine Breite von 0,6 m der Längsrichtung der Strasse nach und eine solche von 1,05 m der Strassenbreite nach. Die Höhe der Gussstücke beträgt 76 mm und es wiegen die Eisenpflasterstücke etwa 100 kg, so dass der Quadratmeter Eisenpflaster ein Gewicht von etwa 160 kg hat. — Das Pflaster hat in den Strassen von Warschau eine Breite von 5,25 m. Die Wände und Rippen der eisernen Kästen haben etwa die Stärke eines Daumens. —

Die Herstellung des Strassenpflasters ist folgende:

Auf die Erdoberfläche wird eine Lage zerkleinerter Steine, welche am besten gleiches Korn besitzen (doch ist dies nicht un-

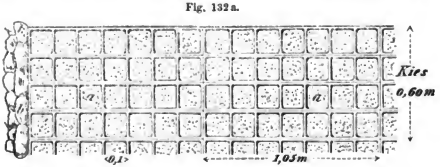
Digitized by Google

bedingtes Erforderniss), — etwa 18 cm hoch gleichmässig ausgebreitet.

Hierauf wird diese Steinlage begossen und mit einer Handramme (oder mit einer Walze) festgestampft, so dass sie schliesslich nur etwa 15 cm Höhe behält. Nachdem man auf diese Weise eine feste, widerstandsfähige Unterlage gebildet hat, wird die Oberfläche derselben mit einer scharfen Schicht aus Sand oder besser aus Kies (Schotter) völlig ausgeglichen. Man hat auch zur Gewinnung einer gleichen Höhenlage und zur Sicherung derselben eine Beton-Unterlage hergestellt, welche natürlich stets vorzuziehen ist, indessen wird die einfachere Kiesunterbettung hier stets genügende Garantieen bieten.

Nachdem hierauf die Eisenstücke an und neben einander gelegt sind, werden die Oeffnungen *aa* der Gussstücke (Fig. 132, a)

Fig. 132 a.



mit Kies ausgefüllt. Dieser Kies muss durch Feststampfen und mehrmals wiederholtes Begiessen die erforderliche Festigkeit erhalten. Die Oberfläche muss selbstverständlich ausgeglichen

Fig. 132 b.

sein. Die Borden des gusseisernen Pflasters werden mit einer Reihe Steine (Bord- oder Kantensteine *bb* in Fig. 132, b) umschlossen.

Hat die Strasse Krümmungen, so können natürlich diese rechteckig geformten Gussstücke keine Verwendung finden. An ihrer Stelle nimmt man radial geformte Eisenstücke, deren Gestalt sich stets der schwächeren oder stärkeren Curve

Digitized by Google

anzupassen hat. Zwischen diese radial geformten Gussstücke legt man rechtwinklig geformte, um auf diese Weise die grösseren Krümmungen zu decken.

Die Reparatur und namentlich die Reinigung dieses eisernen Strassenpflasters ist eine sehr billige. Die in den mit Kies gefüllten Oeffnungen *aa* entstandenen Höhlungen (Fig. 132) und Lücken werden von Zeit zu Zeit mit etwas Kies oder auch Sand nachgefüllt, und zwar wird dieses Nachfüllen, um sich die Kosten der Bewässerung zu ersparen, am zweckmässigsten bei feuchter oder nasser Witterung vorgenommen.

Die Vorzüge dieses gusseisernen Strassenpflasters der Stadt Warschau sind folgende:

1) es lässt sich ziemlich leicht und schnell ausführen;
2) es wird weder im Sommer noch im Winter durch Regen, Schnee und Frost glätter als die gewöhnlichen Strassenpflasterungen aus Stein oder Asphalt;
3) das Fahren auf demselben geht leicht, weil nur geringe Zugkraft erforderlich;
4) das Pflaster behält sein Profil selbst beim Transport von sehr schweren Lasten und bei sehr regem Verkehre unveränderlich bei;
5) es thaut leicht auf nach Frostwetter.

Die vielen Nachtheile des Pflasters überwiegen jedoch diese Vortheile bedeutend, wie aus einem Gutachten des Generalmajor und Präsidenten der Stadt Warschau, Herrn S. Starinkewitz, über diese, seit nicht weniger als 10 Jahren angewendete, eiserne Strassenpflasterung hervorgeht, welches (März 1879) an den Berliner Magistrat eingegangen ist. In demselben heisst es etwa folgendermassen:

„Das Eisenpflaster, deren einzelne Theile sich unter einander nicht verschieben, hält sich so vorzüglich, dass an demselben seit seiner Legung vor 10 Jahren noch keine Reparatur vorgekommen ist, doch müssen die Fugen und Zellen in den Platten fortwährend mit Kies ausgefüllt werden, da sonst die Pferde mit den Hufeisen darin sitzen bleiben. Auch bewirkt das Befahren dieses gusseisernen Pflasters grosses Geräusch und eine zitternde Bewegung des Bodens, welche auf die beistehenden Häuser übertragen wird. Die monotone Regel-

Digitized by Google

mässigkeit derselben wirkt höchst nervenerregend, so dass (nach Starinkewitz' Meinung) dieses Eisenpflaster namentlich für enge mit hohen Häusern bebaute Strassen **unverwendbar** ist, insbesondere, wenn viel schnell fahrendes Fuhrwerk die Strasse passirt!"

Aus diesen Gründen ist in der letzten Zeit von dieser Pflasterung in Warschau wieder Abstand genommen worden!

Das Eisenpflaster kostet an Material (also Gusseisen, Kies und Steinklein), sowie an Arbeitslohn zusammen pro Quadratmeter 30—40 M. (Selbstverständlich richten sich diese Gesammtherstellungskosten nach den jeweiligen Preisen von Gusseisen, Kies und Steinklein.) — Gegossen werden diese Pflasterstücke in der Eisengiesserei und Maschinenfabrik von Friedrich Haas in Lennep. —

§ 117. Das eiserne Pflaster in Hamburg.

Im Jahre 1874 ist in der Stadt Hamburg eine Fläche von 260 qm Gusseisenpflasterung auf einer ziemlich stark benutzten Strassenstrecke am linken Ufer der Aussenalster gelegt worden, das nach den Principien des soeben besprochenen Warschauer Pflasters hergestellt worden ist.

Zu diesen 260 qm wurden 400 Eisenklötze gebraucht, welche je 92 kg schwer waren und pro Stück 15,75 M. kosteten. Als Unterlage zu diesem Eisenpflaster diente auch hier Packung nebst Schotter- und Kiesschicht von zusammen 15 cm Stärke, die festgewalzt wurden. Die Klötze wurden dicht neben einander gesetzt; sie hatten Zähne, mit denen sie an allen 4 Seiten in einander griffen. Die Zellen und Fugen wurden mit angenässtem Kies vollgestampft, und sodann wurde das ganze Eisenpflaster mit einer schwachen Kieslage überschüttet.

Nach Ablauf von ungefähr 2 Jahren, die das Hamburger Eisenpflaster gelegen hatte, sprachen sich die dortigen Ingenieure über dasselbe etwa folgendermassen aus:*)

Die Anlagekosten dieser Eisenpflasterung, welche pro Quadratmeter 26,5 M. für Eisen und 4,5 M. für die Bettung u. s. w., daher in Summa 31 M. betragen haben, sind sehr hoch und man

*) Siehe: Deutsche Bauzeitung 1876, S. 327.

Digitized by Google

ist unsicher darüber, ob die theure Anlage sich etwa durch Reduction der Unterhaltungskosten bezahlt machen wird. Es sind jedoch beim Wechsel in dem Preisverhältnisse von Stein und Eisen und bei der grossen Inanspruchnahme der Steinbrüche Conjuncturen denkbar, welche das eiserne Strassenpflaster auch für Hamburg concurrenzfähig machen, wie dieses in Warschau der Fall ist. (? — d. Verf.)

Eine Abnutzung des gusseisernen Pflasters ist bis jetzt nicht zu constatiren. Von acht zu acht Wochen dagegen hat sich eine Neubekiesung des Pflasters als nothwendig herausgestellt. —

Das Hamburger Gusseisenpflaster zeigt:

1) bei seinem Befahren keine Unannehmlichkeiten,*)
2) einen fast geräuschlosen Verkehr,
3) eine grosse Reinlichkeit u. s. w.

Das Hamburger Gusseisenpflaster ist hiernach kein schlechtes zu nennen, kann aber trotzdem wol kaum zum Pflastern unsrer städtischen Strassen empfohlen werden, weil seine Herstellung doch zu bedeutende Kosten verursacht. Auch möchte die Unterhaltung desselben — das ewige Neubekiesen — sich theurer stellen als beispielsweise die Unterhaltung eines solide gebauten Granit- oder Asphaltpflasters.

§ 118. Amerikanische Eisenpflasterungen.

In Amerika sind vielfach Versuche mit eisernen Strassenpflasterungen gemacht worden, wie das auch bei dem regen Eifer der amerikanischen Ingenieure und ihrem Unternehmungsgeiste nicht anders zu erwarten ist.

Das allererste gusseiserne Strassenpflaster Amerika's ist wol in **Boston** gewesen, denn es wurde bereits im Jahre 1852 die Howard-Street, eine wenig belebte Strasse Bostons, mit eisernen Pflasterstücken versehen, sodann aber auch im Herbst 1853 die Court-Street, eine der belebtesten Strassen der Stadt, wo das Pflaster einer voll-

*) Nach Versicherung des Herrn Oberingenieur F. Andreas Meyer in Hamburg strömen bei warmem Wetter bei diesem Pflaster keine üblen Gerüche aus und ist eine so grosse zitternde Bewegung des Bodens wie in Warschau, bislang nicht bemerkt worden.

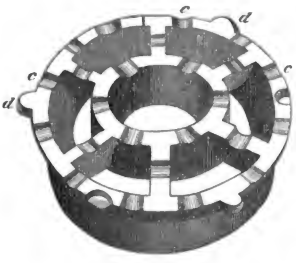
Digitized by Google

kommenen Probe in Wirkung eines beständigen Hin- und Herfahrens von Omnibussen und andren schweren Fuhrwerken ausgesetzt war.

Die von Wieck begründete „Deutsche Gewerbezeitung", welcher wir auch untenstehende Skizze entnommen, sagt in ihrem einundzwanzigsten Jahrgange (1856 — S. 212) über dieses Gusseisenpflaster Folgendes:

Das Wesentliche der Erfindung*) besteht darin, die Oberfläche einer Strasse mit eisernen Büchsen, die wir hier Setzkapseln nennen wollen, von irgend einer geeigneten Form und Grösse und aus so kleinen Abscheidungen bestehend, dass der Huf eines Pferdes nicht Raum dazwischen findet, zu belegen. Die eisernen Bestandtheile sind so angeordnet, dass sie einander gegenseitig verstärken und demnach ein festes Pflaster bilden. Die Setzkapseln sind, wie bei *c*, in solcher Weise gerieft, dass weder der Huf eines Pferdes noch das Rad eines Wagens gleiten kann. Sie greifen mit den Vorsprüngen *dd* in einander ein, so dass sie unverrückt bleiben. Ihre Zwischenräume werden mit einem Gemenge von Sand, Stein, Muschelschalen u. s. w. ausgefüllt. Fig. 133.

Fig. 133.



Die Rippen und Ränder reichen bis auf den Boden jeder Kapsel. Die Setzkapsel ist etwa 13 cm tief und besitzt einen Durchmesser von circa 35 cm, doch können auch grössere angewendet werden und mit einer beliebigen Anzahl Abtheilungen versehen sein. Die Dicke der Rippen und Ränder der Kapsel beträgt oben etwa 2,5 cm, erstreckt sich in gleicher Stärke ungefähr 2,5 cm tief und verjüngt sich dann keilig bis auf den Boden.

Die Flanschen und Kerben sind an der Aussenseite einer jeden Kapsel so angeordnet, dass jede Flansche in eine Kerbe

*) Patent von Terry; ausgeführt von der „American and Foreign Iron Pavement Company" in New-York.

Digitized by Google

der Nachbarkapsel passt. Somit ruht jede Kapsel auf dem Boden, und, durch 3 Flanschen ineinander verkerbt, ist das ganze Pflaster fest zusammen verbunden. Unmöglich ist es demnach, dass sich irgend eine Kapsel verschieben, sich heben oder niedriger als die anstossende einsinken kann.

Da die Riefen und Zwischenräume von der Mitte ausgehen, so verhindern sie die Möglichkeit des Ausgleitens vom drüben hin sich Bewegenden und bilden Winkel, über welche die Räder der Fuhrwerke in diagonaler Richtung rollen und nicht mehr Geklapper und Lärm verursachen, als rollten sie über eine vollständig glatte und ebene Fläche.

Die Kapseln sind so geartet, dass das Steigen und Sinken des Erdbodens in Folge des Frostes Spielraum in den Zellen oder Zwischenräumen findet, ohne dass sich deshalb die Kapseln selbst verrücken oder die Ebenheit ihrer Gesammtoberfläche beeinträchtigt wird.

Die leichte Wölbung und feste Verbindung verleiht diesem Pflaster eine sich selbst stützende Kraft unabhängig von dem darunter liegenden Erdboden. Versuchsweise mit Sand beladene Wagen, die über die gesetzten Kapseln hinfuhren, ehe deren Zellen mit Kies ausgefüllt und die Erde unterhalb fest geworden war, bewirkten keinen sichtbaren Eindruck, so dass, wenn Gas- und andre Röhren gelegt oder Ausbesserungen vorgenommen werden sollen, ein Theil Kapseln weggenommen und wieder eingesetzt werden kann, ohne deshalb die Nachbartheile zu verschieben. Sollte sich auch in Folge solcher Arbeiten die Erde drunten setzen, so würde dies gar keinen Einfluss auf das Pflaster selbst üben, das seine feste Stellung und ebene Oberfläche beibehält. — —

Auch in **New-York** legte man zwei solche Pflaster, das erste zu Anfang Juli 1854 in Nassau-Street, das andre wenige Wochen später in Frankfurt-Street. Man verwendete hier aber weit kleinere Kapseln als in Boston.

Nach Auskunft der New-Yorker „Behörde für öffentliche Arbeiten“*) ist auch in der Stadt New-York ein

*) Nach einem, dem Verfasser auf seinen Wunsch freundlichst zugesandten Berichte des Kaiserlich Deutschen Generalconsuls in New-York, Herrn Dr. juris Schumacher.

Digitized by Google

weiterer Probeversuch mit einem eisernen Strassenpflaster gemacht worden, der aber zu keinem günstigen Resultate führte. Es wurde nämlich auch die Courtland-Street im Jahre 1866 mit gusseisernen*) Pflastersteinen belegt, welche den Pflastersteinen in London ähnelten. Aber auch hier musste die Anlage gar bald wieder beseitigt werden, weil sie sich als völlig unzweckmässig erwies. Nicht nur waren die Uebelstände dieses Eisenpflasters dieselben wie in London, sondern es kamen hier noch einige andre hinzu, die man sonst bei Eisenpflasterungen gewöhnlich nicht vorfindet. Das Eisenpflaster zeigte nämlich ungemein schnell eine starke Abnutzung, welche zur Folge hatte, dass das Pflaster sehr schlüpfrig und glatt wurde, so dass die Zugthiere darauf vielfach stürzten und die Fuhrwerke geschleudert wurden. Deshalb hat man in der Stadt New-York einen weiteren Versuch mit eisernem Strassenpflaster bislang nicht wieder riskirt. —

Hier in New-York trifft man indessen auf einen eisernen Trottoirbelag, den sich noch heutigen Tages hier und da Privatleute für ihre eigne Rechnung legen lassen.**) Es ist ein solcher Seitenweg wol selten zur Ausführung gekommen, denn bei der verhältnissmässig geringen Belastung, welche ein Trottoir zu ertragen hat, wird ein eisernes Pflaster bei Trottoirs doch stets Luxus genannt werden müssen, welchen sich allerdings die reichen Amerikaner gestatten dürfen. Von Seiten der oben näher bezeichneten Behörde ist deshalb auch niemals ein solches Trottoirpflaster in New-York gebaut worden. — —

Eine weite Verwendung des Eisens zu Strassendämmenpflasterungen fand im Jahre 1858 (?) in **St. Louis** Statt. Hier lag das Pflaster in einer der belebtesten Strassen ungefähr zehn Jahre lang, und obwol stündlich viel Fuhrwerk darüber ging, so hat es sich im Allgemeinen ganz gut gehalten.

Die „Zeitschrift für die Stahl- und Eisen-

---

*) In Amerika sind überhaupt nur gusseiserne Strassenpflasterungen zur praktischen Ausführung gekommen.

**) Diese eisernen Trottoirs werden grösstentheils von der Firma J. B. und J. M. Cornell 139 to 143 Centre Street, N.-Y. City und von den George R. Jackson's Sons Excelsior Iron Works 201 Centre Street ebendaselbst geliefert.

Digitized by Google

industrie" (Jahrgang 1868) bringt uns die Details des Pflasters, aus denen wir Folgendes zu entnehmen hätten.*)

Es ist schwierig, heisst es daselbst, dem Steine und dem Holze jede gewünschte Form zu ertheilen. Beim Eisen lässt sich dies in Folge der Schmelzbarkeit desselben mit Leichtigkeit bewirken.

Eine kostspielige Form, z. B. jene der Platten, taugt gar nichts. Am vortheilhaftesten erweist sich die Zellenform. Es werden viereckige Blöcke von etwa 36 cm im Quadrat gegossen, die aus lauter sechseckigen Zellen bestehen; die Wände stehen nur circa 4,5 cm auseinander.

Diese einzelnen Blöcke haben ringsum vorstehende Ecken und diese werden auf die zwischen den Ecken liegenden Kanten der andren geschoben. Dadurch wird jeder einzelne Block verhindert, auf- oder abwärts gedrückt zu werden. Durch dieses blosse Zusammenschieben sind diese Blöcke fest mit einander verbunden und das ganze Pflaster erhält eine grosse Stabilität.

Nachdem das Pflaster gelegt ist, werden die Zellen mit Sand und Schotter ausgefüllt. Diese Ausfüllung wird durch die Ränder fest eingedrückt, so dass jede etwaige Höhlung unter dem Pflaster ausgefüllt und eine gleichmässige feste Auflage desselben in allen Theilen dadurch erlangt wird. Dieses zellige Eisenpflaster kann demnach auf jede Art von Erdboden gelegt werden, ohne Gefahr, dass die allergrössten Lasten es niederdrücken werden, indem alle diese Lasten durch das Niederdrücken des Schotters die Unterlage fest machen.

Die Zugthiere können festen Fuss fassen und gleiten nicht aus, weil die oberen Kanten der Zellen überall gebrochene Linien darbieten.

Auf diesem Eisenpflaster soll eine Glatteisbildung nicht stattfinden, was in Anbetracht der aus so verschiedenen Substanzen bestehenden Oberfläche, die jedenfalls eine bedeutende Temperaturdifferenz bedingen, immerhin möglich ist. Das glatte Gleis für die Räder wird durch die Ebenheit der Oberfläche erlangt, indem nur eine Reibung von Eisen auf Eisen stattfindet. — — —

(Wir können demnach sagen: in Amerika hat sich das Eisenpflaster theils bewährt, theils aber nicht; jedes eiserne

*) Siehe auch: Deutsche Gewerbezeitung 1868, S. 223.

Digitized by Google

Strassenpflaster aber hat dort bedeutend mehr als die beste Granitbahn gekostet, so dass man doch keins von ihnen für unsre neuen Strassenanlagen empfehlen kann!) —

§ 119. Das gusseiserne und schmiedeeiserne Zellenpflaster. Patent Langer.*)

Das hier zu besprechende Zellenpflaster soll einen leichteren, dauerhafteren, billigeren Brückenbelag geben als das Holzpflaster und ist zunächst nur für Brücken (hölzerne wie eiserne) von den Erfindern construirt worden. Das patentirte Langer'sche Zellenpflaster zerfällt in 2 Theile, nämlich: in ein gusseisernes und in ein schmiedeeisernes Pflaster, über welche die Erfinder schreiben:

a) „das Zellenpflaster von Gusseisen besteht aus einzelnen ineinander greifenden, gemeinsam tragenden Platten. Jede Platte besteht aus 2 Theilen: aus dem Zellenguss und aus dem Blechboden. Beide Theile bilden im Zusammenhange mit einander also ein System, welches nach allen Seiten hin ein richtiges Sprengwerk bildet, bei dem das Bodenblech als Zugband fungirt, indem es den Horizontalschub entgegennimmt, den der gepresste tragende Zellenguss ausübt.

Der Conus der Zellenöffnung erweitert sich von oben nach unten, die Rippenstärke der Zellen nimmt nach unten ab, nach oben zu, die grössere Stärke der Zellenwände ist nach der Oberfläche gekehrt, dem Hufschlage und Wagenrade entgegen.

Die Zellen sind oben wie unten offen, das Zellengerippe durchsichtig, nur die Saumzellen rings um die Platte sind durch angegossene Bodenscheiben geschlossen.

An der unteren Seite des Zellengusses liegt eine Blechtafel von der Länge und Breite der Platte. Das Blech ist an allen

*) Dieser Paragraph ist einem sehr ausführlichen Artikel des „Prakt. Maschinenconstructeur" 1869, S. 208-211 u. S. 225—226, welchen die Erfinder — die Herren Langer und Sohn — in dieser Zeitschrift veröffentlichten, auszugsweise entnommen. Dieser Beschreibung des Patentes sind zwei Tafeln schöner Skizzen (theilweise in natürlicher Grösse) beigegeben, auf welche wir unsre geehrten Leser nur aufmerksam machen können, da wir diese Skizzen des mangelnden Raumes wegen nicht bringen können. Auch ist mit grosser Genauigkeit in dieser Abhandlung die Berechnung der Tragfähigkeit einer einzelnen Platte durchgeführt, die vielleicht interessiren möchte!

Digitized by Google

vier Seiten durch Niete, welche in den Bodenscheiben der geschlossenen Saumzellen sitzen, an dem Guss befestigt. In jeder offenen Zelle ist es für den Ablauf des Wassers gelocht, die geschlossenen Nietenzellen aber werden mit Beton oder Asphalt ausgefüllt, damit in sie das Regenwasser nicht eindringt.

Die Kanten der Saumzellen einer Platte legen sich auf das Bodenblech der andren Platte auf, und alle Platten befinden sich im wechselseitigen Rapport, so dass sie gemeinschaftlich tragen, einzeln nicht abgehoben und also nicht entwendet werden können.

Die äusseren Zellen an der Zu- und Abfahrt der Brücke bekommen zur Verstärkung und zum Schutze der letzten Saumzellen eine genau an diese sich anlegende schmiedeeiserne Leiste.

Auf der Oberfläche der Platte sind die Zellenrippen mit kleinen 1,25 cm langen und 0,4 cm tiefen Einkerbungen in der Weise versehen, dass die Traghöhe der Platte dadurch nicht verringert, ihre Tragfähigkeit nicht beeinträchtigt wird und das sichere Haften der Pferdehufe befördert ist. —

Eine Platte dieses Systemes, in der Bodentafel gemessen 92 cm lang, 42 cm breit, im Zellengusse 5 cm hoch, liefert pro Quadratmeter ein Gewicht von etwa 250 kg.

Die Nieten- oder Saumzellen sind — wie schon erwähnt, mit Beton oder Asphalt auszufüllen, die übrigen Zellen bleiben offen oder werden mit Schotter, Kohle, Coke oder einem andren noch leichteren Materiale ausgefüllt.

Man kann die Frage, ob es besser sei, die Zellen des Pflasters auszufüllen oder offen zu lassen, zu Gunsten des Offenlassens derselben in der Erwägung entscheiden, dass der Belag ohne Zellenausfüllung leichter auf der Brücke liegt und auch dauernder liegen wird, weil er offen liegend das Regenwasser rascher durchlässt und schneller abtrocknet. — —

b) das Zellenpflaster aus Schmiedeeisen kann sich, was Dauerhaftigkeit, Leichtigkeit und allgemeine Anwendbarkeit betrifft, mit dem verwandten gusseisernen Zellenpflaster messen.*) Es ist im Gewichte leichter als jeder auf Brücken gebräuchliche Holzbelag (?), leichter als die übliche 15 cm

*) Die „City of Londoner Office“ spricht sich in einem Schreiben an die Berliner Baudeputation sehr ungünstig über gusseiserne Strassenpflasterungen aus und giebt den schmiedeeisernen Systemen entschieden den Vorzug! —

Digitized by Google

starke Beschotterung und kann mit ökonomischem Vortheile statt dieser — unter Anwendung einiger Querunterlagen — auf jede bestehende Holzbrücke nicht minder wie auf Eisenbrücken aufgelegt werden.

Das System besteht aus einer Menge gekröpfter, hochkantig gestellter, nach der Brückenlänge parallel laufender Flachschienen, deren je zwei zusammen sechsseitige Zellen bilden. Die gerippten Schienen sind nach der Quere durch Rundstäbe zusammengebunden, welche, die gelochten Schienen durchdringend, abwechselnd an den Enden mit Kopf und Schraubenmutter oder nur mit Nietköpfen zum Zusammenhalten versehen sind. Die Zellentafel, aus lauter solchen so verbundenen Schienen bestehend und an den Seiten durch je eine grade, von den Querstäben mit gefasste Saumleiste abgeschlossen, reicht ihrer Stützlänge nach von einem Querträger der Brücke zum andren und liegt unmittelbar auf den Querträgern. Sie kann entweder in einzelnen, sichtbar abgeschlossenen, Quer- zu Querträger reichenden Feldern aufliegen, oder über die ganze Brückenlänge ein einziges zusammenhängendes Netz mit ununterbrochenem, fortlaufendem Dessin bilden, wobei freilich auch von Quer- zu Querträger eine gewisse Zusammenfügung aus einzelnen Theilen stattzufinden hat. Nach der Breite der Brücke kann die Zellentafel den vierten Theil der Fahrbahn einnehmen, bei Fusswegen die ganze oder halbe Trottoirbreite.

Das System kann entweder durchsichtig und ohne Bodendecke auf die Brücke kommen, oder die Tafel kann einen geschlossenen Boden erhalten, der aus dünnem Blech in der Art zu construiren ist, dass das Wasser ablaufen kann. Wenn ein solcher Boden vorhanden ist, können die Zellen auch mit Schotter oder andrem leichten Materiale gefüllt werden. Indess schliessen schon die quer durchgreifenden Rundstangen die Zelleuöffnungen halb und halb, und erscheint ein besonderer Blechboden fast unnöthig. —

Die übereinander liegenden Felder, welche die Fahrbahnbreite einnehmen, sind zusammen zu kuppeln, damit eins das andre tragen hilft. Die Kupplung derselben ist durch die Anlegung eines Ringes um die sich berührenden zusammentreffenden Köpfe der Querschrauben auf der freien Mitte leicht zu bewerkstelligen. Streng nothwendig ist diese Kupplung nicht, denn jedes Tafelfeld ist für sich tragfähig berechnet.

Digitized by Google

Der Quadratmeter Eisenpflaster dieses Systems beläuft sich etwa auf 25 Reichsmark im Durchschnitt, so dass sich gut die Umwandlung eines bestehenden Holz-Brückenbelages in dieses dauerhafte eiserne Zellenpflaster in jedem Falle bezahlen wird."

Proben dieses und des gusseisernen Zellenpflasters, die übrigens in verschiedenen Kalibern fabrizirt werden, sind auf der Prager Moldau-Kettenbrücke zur Ausstellung gebracht. Die Zellenöffnungen beider Systeme sind hier mit Sand gefüllt.

Fabrizirt werden beide Systeme in dem, der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft gehörigen Eisenwerke Kladno.

§ 120. Das Berliner Eisenpflaster. Patent Wilhelm Richter.*)

Das in Berlin**) und zwar in der Strasse „Unter den Linden" probeweise ausgeführte Eisenpflaster (System Richter) ist ein combinirtes zu nennen, denn seine Hauptconstructionstheile bestehen theils aus Gusseisen, theils aus Schmiedeeisen oder Walzeisen, und zwar ist der Kasten (*a*) aus Gusseisen hergestellt, die Schienen (*b*) aber aus Schmiedeeisen. (Fig. 134.)

Dieses Eisenpflaster wird auf folgende Weise gelegt.

Auf die blosse, geebnete und festgestampfte Erdbodenoberfläche oder — wo der Untergrund aus nicht tragfähigem Boden besteht — auf tragfähiger Kiesbettung werden zunächst die gewalzten Schienen (*b*) quer über die Strasse gelegt. Auf diese Schienen wird dann der gusseiserne Kasten (*a*) hinaufgeschoben und durch Splinte (*c*), welche unter die Schienen

*) Mit Benutzung der Arbeit des Erfinders aus den „Annalen für Gewerbe und Bauwesen" 1878, S. 186.

**) Dem Magistrate von Berlin sind vor etwa $1^1/_2$ Jahren (Ende Februar 1879) neue Offerten wegen Ausführung einer neuen Eisenpflasterung gemacht worden. Nach den uns zur Verfügung stehenden Berichten soll die Ausführung dieser Eisenpflasterung in folgender Weise geschehen.

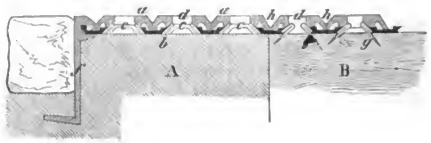
Auf eine feste Schotterunterbettung werden starke Kreuzhölzer gelegt, die Zwischenräume werden mit Kies ausgefüllt und nunmehr die Kreuzhölzerunterlage mit 5 cm starken Bohlen benagelt. Auf diesen Bohlenbelag werden grosse Eisenplatten festgeschraubt, die 25 cm im Quadrat messen.

Ueber die event. Anwendung dieses neuen, durch Reichspatent geschützten Systemes in Berlin, ist dem Verf. d. W. nichts bekannt geworden. Seiner unmassgeblichen Meinung nach dürfte aber eine solche Combination von Holz- und Eisenpflaster grade nicht vielversprechend sein.

Digitized by Google

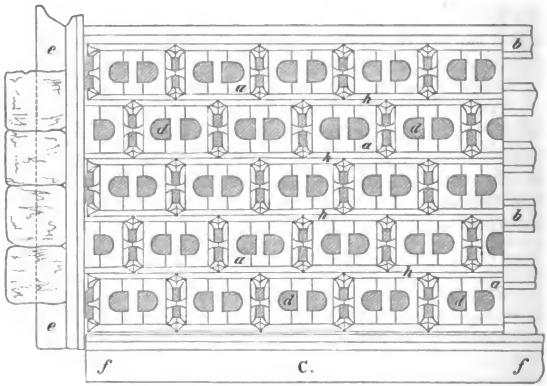
greifen, befestigt. Der Kasten (*a*) hat (wie beim Warschauer Pflaster) Oeffnungen, die ebenfalls am besten mit Kies oder auch mit irgend einem andren Bettungsmateriale ausgefüllt werden müssen. Die Ausfüllung geschieht hier ebenso wie dort. Man

Fig. 134 A u. B.



stampft das Material fest und begiesst es wiederholt mit der Giesskanne, bis es die nothwendige Festigkeit erlangt hat und

Fig. 134 C.



bis die Oberfläche des ganzen Strassendammes vollständig ausgeglichen ist.

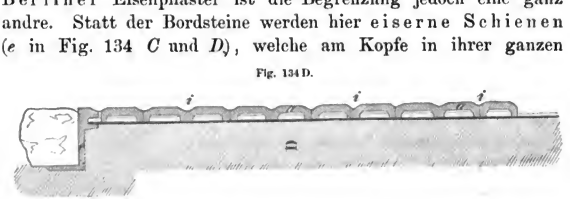
Durch die in dem Kasten befindlichen Aussparungen (*d* in Fig. 134 *A* und *D*) wird von Zeit zu Zeit Kies hineingeschüttet, um etwaige schwache Durchbiegungen zu beseitigen.

Digitized by Google

Das so hergestellte Eisenpflaster gleicht also gewissermassen einem biegsamen Panzerhemde.

Beim Warschauer Eisenpflaster wurden die einzelnen Gussstücke durch Kanten oder Bordsteine begrenzt. Hier beim Berliner Eisenpflaster ist die Begrenzung jedoch eine ganz andre. Statt der Bordsteine werden hier eiserne Schienen (*e* in Fig. 134 *C* und *D*), welche am Kopfe in ihrer ganzen

Fig. 134 D.



Länge einen Falz haben, zur Umsäumung des Eisenpflasters benutzt. In den Falz der eisernen Bordschienen greifen die Enden der gewalzten Querschienen hinein. Hierdurch wird eine unvergängliche feste Lage der Unterlagsschienen geschaffen. Man kann nach Abnahme des gusseisernen Kastens mit Leichtigkeit die Querschienen schnell aus dem Falz der Bordschienen heraus nehmen.

Zum weiteren Abschluss des Eisenpflasters werden andre Bordschienen (*f* in Fig. 134 *A* und *C*) benutzt.

Sehr geistreich ist die Construction der Splinte von dem Erfinder erdacht, um das Eisenpflaster auch für hölzerne Brückenbahnen brauchbar zu machen. Diese Construction ist höchst einfach: die Splinte sind nämlich in ihren unteren Theilen zu Nägeln verlängert, welche in die Holzbahn eingetrieben werden (s. Fig. 134, *B*).

Um einem Ausgleiten und Stürzen der Zugthiere vorzubeugen, sind bei diesem Eisenpflaster mehrere Sicherheitsmassregeln getroffen worden. Zuerst sind die in dem Gusseisenkasten befindlichen Aussparungen (*d*) sehr vortheilhaft angeordnet, dann ist aber auch der Kasten an der Aussenkante abgeschrägt. Die Kästen bilden zusammen conische Rillen (*h*), welche ebenfalls dem Pferde eine sichere Bahn bieten und auch das Fuhrwerk schonen, das nicht leicht geschleudert werden kann, sondern einen ganz ruhigen Gang durch diese Anordnungen erhalten muss. Auf das Schleudern ist aber auch noch in andrer Weise Rücksicht genommen worden. Es befinden sich nämlich

Digitized by Google

auf der Strassenoberfläche kleine Auskehlungen (*i* in Fig. 134, *D*), welche dem Fuhrwerke eine sehr sichere Bahn bieten. —

Die Dimensionen der einzelnen Theile des Berliner Eisenpflasters sind folgende: die Kästen aus Gusseisen sind 22 cm lang und 15 cm breit; sie werden um die Hälfte ihrer Länge verschoben auf die schmiedeeisernen Schienen gelegt. Hierdurch entstehen an beiden Seiten der Strassenkanten Oeffnungen, die mit halben Steinen geschlossen werden. — Das Pflaster hat eine Höhe von nur 4 cm.

Um einen Quadratmeter Eisenpflasterung dieses Systems herstellen zu können, braucht man:

1) etwa 125 kg gewöhnlichen Kastenguss für die gusseisernen Kästen,
2) „ 34 „ gröberes Walzeisen für die Schienen,
3) „ 4 „ feineres Walzeisen für die Splinte,

zus. also 163 kg Eisen.

Nun kostet augenblicklich vielleicht 1 kg Kastengusseisen 0,20 M., und 1 kg gröberes Walzeisen etwa 0,15 M., endlich 1 kg feineres Walzeisen circa 0,17 M., so dass die Kosten*) für das Eisenmaterial augenblicklich zu:

$$125 . 0{,}20 + 34 . 0{,}15 + 4 . 0{,}17 = 30{,}78$$ oder rund 31 M.

angenommen werden können.

Für das Verlegen ist noch etwa 1 Reichsmark pro Quadratmeter zu rechnen, denn 1 Arbeiter kann in der Stunde etwa $1\frac{1}{4}$ qm verlegen. Nehmen wir an, dass die Planirungsarbeiten und Unterbettungskosten nur 0,5 M. pro Quadratmeter betragen, so würden die Gesammtherstellungskosten pro Quadratmeter Eisenpflaster des hier besprochenen Systemes sich auf

$$31 + 1{,}0 + 0{,}5 = 32{,}5 \text{ M.}$$

belaufen bei den augenblicklich herrschenden äusserst niedrigen Eisenpreisen.

Die Hauptvorzüge dieses Pflasters sind nach Angabe des Erfinders**) folgende:

---

*) Es braucht wol kaum hierbei bemerkt zu werden, dass diese Preise auch nach der Quantität des verlangten Eisens sich richten: je grössere Quantitäten man bezieht, desto billiger ist selbstverständlich das Kilo Eisen.

**) Siehe: „Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen" 1878, S. 186.

Digitized by Google

1) die unwandelbar ebene Oberfläche des Pflasters resp. die Unmöglichkeit, dass einzelne Theile einsinken und schroffe Unebenheiten veranlassen. (Etwaige langgedehnte Senkungen aber sind durch Anheben des Pflasters und durch Nachfüllen von Bettungsmaterial leicht zu beseitigen.)

2) im Zusammenhange hiermit der Wegfall kostspieliger Unterhaltungs- und Reparaturarbeiten. (Ein etwa vorkommender Kastenbruch kann binnen einigen Minuten durch Einwechselung eines neuen Kastens beseitigt werden, ohne dass der Verkehr auf der Strasse gestört wird. Beiläufig bemerkt, können auch gebrochene Kästen ruhig befahren werden.) (? — der Verf.)

3) der bleibende Materialwerth des Metalles, welcher auf mindestens 50% der Anschaffungskosten zu veranschlagen ist.

4) die Möglichkeit, das Pflaster leicht aufnehmen und wieder verlegen zu können. — (Dieser Umstand fällt auf Strassentheilen, unter denen Röhren oder dergleichen liegen, ganz besonders ins Gewicht.)

5) grosse Tragfähigkeit auch auf weniger gutem Untergrunde.

6) der unter allen Witterungsverhältnissen durchaus sichere und leichte Gang der Zugthiere resp. Wagen. — (Ein Ausgleiten oder Fallen der ersteren, sowie ein Schleudern der Wagen, ist bisher noch niemals beobachtet worden.)

7) die Möglichkeit, grössere Lasten wie bisher mit denselben Kräften transportiren zu können; also sehr geringe Zugkraft erforderlich.

8) die ganz bedeutende Verminderung des Geräusches der Fuhrwerke und der Fortfall der auf Steinpflaster unaufhörlich wiederkehrenden Stösse, sowie des unangenehmen, die Nerven afficirenden Vibrirens, welches bei allen bisherigen Eisenpflasterungen wahrgenommen wurde und deren Einführung entgegenstand. (Nur deswegen? — Der Verf.)

9) die Verwendbarkeit des Pflasters zum Belag von Brücken jeder Art.

10) die Möglichkeit, Schienen für Pferdeeisenbahnen direct in das Pflaster ohne besonderen Unterbau einlegen zu können. —

Wir sehen hieraus, dass das Berliner Strassenpflaster aus

Digitized by Google

Eisen gar manche wesentliche Vorzüge vor jedem — bisher ausgeführten — andren Systeme hat.

Verfasser hat sich in Berlin selbst von der Beschaffenheit dieser Pflasterung überzeugen können; er hat das Pflaster während zwei vollen Jahren beobachtet, ist mehrere Male auf demselben herumgefahren und oftmals darüber hinweggegangen und kann nur mittheilen, dass sich zwar früher das Eisenpflaster im Allgemeinen gut gehalten hat, indem beachtungswerthe Senkungen und Aenderungen des Profils nicht constatirt werden konnten, dass aber der letzte, allerdings sehr strenge Winter 1879/1880 das Pflaster vollständig unbrauchbar gemacht hat, indem viele Kästen zerbrochen waren, so dass das ganze Pflaster schon beim schnellen Hinübergehen klapperte und schwankte. Der Zustand des Pflasters war z. B. im Februar 1880 ein so schlechter, dass die Kutscher das Eisenpflaster ängstlich mieden. Es ist deshalb im Juni 1880 das Pflaster wieder beseitigt worden.

Die „Vereinigte Königs- und Laurahütte, Actiengesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb" hat erst auf ihrem eigenen Grundstücke, sodann aber und zwar im Herbst 1877 das Probepflaster in Berlin ausgeführt. Die mit diesen eisernen Kästen und Schienen belegte Strecke der Strasse „Unter den Linden" war etwa 77 m lang und etwa 5,7 m breit, so dass also circa 440 qm Eisenpflaster dort dem Verkehre übergeben worden waren.

§ 121. Rückblicke auf alle Eisenpflasterungen.

Wenn wir noch einmal alle Probeversuche mit eisernen Strassendämmenpflasterungen überblicken, so müssen wir leider gestehen, dass sich fast alle Eisenpflasterungen nicht bewährt haben. Wenn nun auch ein paar uns aus einzelnen Städten zugegangene Nachrichten ziemlich günstig lauten, und wir also dort vielleicht ein Eisenpflaster haben, das wirklich mit einigem Recht ein ganz gutes genannt und mit jedem andren Pflaster (auch der Asphaltbahn) unter Umständen in Concurrenz gestellt werden kann, so stehen doch leider diesen relativ günstigen Nachrichten viele andre durchaus ungünstige entgegen, die selbst den früher eifrigsten Verehrer dieses Strassenbausystemes von seiner günstigen Meinung abbringen müssen!

Digitized by Google

Wir glauben, im Vorhergehenden genug Patente ausführlich besprochen zu haben, so dass es uns nur noch erübrigt, zu bemerken, dass auch alle Probeversuche in St. Petersburg und in Kronstadt vollständig gescheitert sind. Und so können wir wol mit Fug und Recht behaupten, dass das Eisenpflaster im Allgemeinen jedem andren Pflasterungssysteme bedeutend nachsteht.

Bedenkt man aber noch, dass diese Eisenstrassen fast stets mehr kosten werden als die besten Asphaltbahnen, Holz- und Steinpflasterungen, so wird man zu der Ansicht gelangen, dass es völlig unrationell sei, mit diesem theuren und dabei noch verhältnissmässig schlechten Materiale unsre Strassendämme oder gar Trottoirs in Zukunft zu belegen!

Hiermit soll aber keineswegs gesagt sein, dass ein Eisenpflaster sich überhaupt niemals für Strassenbauten eignen wird,*) sondern es ist sogar wahrscheinlich, dass früher oder später einmal ein eisernes Pflaster erfunden wird, das unsren besten Strassenbausystemen gleich oder sogar höher gestellt werden kann, weil fast jedes Eisenpflaster die gute Eigenschaft einer geräuschlosen und glatten Fahrt, eines geringen Zugwiderstandes, einer sehr geringen Abnutzung und billigen Unterhaltung besitzt, Vorzüge, die so manches, seit Jahrzehnten vielfach gebautes Strassenpflaster aus andrem Materiale nicht aufweisen kann.

Wollen wir deshalb von Herzen wünschen, dass es recht bald einem genialen Manne gelingen möchte, ein in jeder Beziehung vortheilhaftes Eisenpflaster zu erfinden! —

*) Das Eisen möchte sich augenblicklich nur für Brückenbeläge eignen; es werden auch häufig die eisernen Brücken mit diesem Materiale (in der Form von Wellblechen, Buckelplatten u. s. w.) gedeckt und zwar mit recht befriedigendem Erfolge!

Digitized by Google

Achter Abschnitt.

Die Holzpflasterungen.

§ 122. Einiges über die zur Strassenpflasterung verwendeten Holzarten.

Zu den Holzpflasterungen, welche in der Neuzeit nicht nur bei uns hier und da zur Verwendung kommen, sondern auch namentlich in England und Amerika die weiteste Verbreitnng finden, nimmt man vorzugsweise Eichen-, Buchen-, Fichten- und Ahornholz.

Das Eichenholz besitzt bekanntlich eine nur mittelmässige Härte, seine Dichtigkeit ist gering, seine Dauer aber unter allen Umständen eine lange zu nennen. Das Buchenholz ist ziemlich fein und dabei schwer, auch gar leicht spaltbar; es ist elastisch und hat eine grosse Festigkeit. Das Fichtenholz ist sehr weich, grob, mässig dauerhaft und ebenfalls sehr leicht spaltbar. Dagegen besitzt endlich das Ahornholz eine sehr lange Dauer, ist fein und schwer und weniger leicht spaltbar als das Buchen- oder Fichtenholz, sodass es für Strassenbauten ein ganz zweckmässiges Pflasterungsmaterial genannt werden darf.

Bei starkem Verkehre nimmt man aber trotzdem lieber das Buchenholz als das Ahornholz, weil dieses weniger durch die Pferdehufe und Fuhrwerksräder angegriffen wird. Bei schwächerem Verkehre fault dieses Buchenholz aber zu rasch ab, und muss man daher eine wetterbeständigere Holzart bei weniger lebhaften Strassen wählen. Am zweckmässigsten wird für

Digitized by Google

solche Strassen dann das Eichenholz zu Holzpflasterungen benutzt, was allerdings von allen Hölzern das theuerste ist. Man ersieht hieraus schon, wie unzweckmässig es ist, wenn man untergeordnete Strassen mit einem Holzpflaster versehen wollte.

Alle zu Strassenpflasterungen verwendeten Hölzer müssen stets vor ihrer Verwendung sorgfältig imprägnirt werden, damit sie der Witterung besseren Widerstand entgegensetzen können und weniger leicht in Fäulniss übergehen.

Die Zahl der für Holzpflasterungen angewendeten Imprägnationsmittel ist sehr gross. Man durchtränkt die Hölzer mit Kupfervitriol oder Zinkvitriol oder Quecksilberchlorid. In neuester Zeit ist die Durchtränkung mit arseniksaurem Natron namentlich vielfach in Gebrauch gekommen.

§ 123. Eintheilung aller Holzpflasterungen.

Bei diesen Pflasterungen unterscheidet man:

A) die Knüppeldämme,
B) die Plankenwege (sog. planks roads),
C) die Bohlenwege (speziell: die Brückenbahnen),
D) die Klotzpflaster.

Diese Klotzpflasterungen sind neben den hölzernen Brückenbahnen die weitverbreitetsten Holzpflasterungen von allen. Es giebt deshalb auch von ihnen die verschiedenartigsten Anordnungsweisen, die manche Schriftsteller in amerikanische, deutsche, englische und russische Systeme eintheilen. Unsres Erachtens kann man aber diese Eintheilung nicht machen, weil ein ganz strenger Unterschied bei den einzelnen Holzpflasterungs-Methoden im Grunde genommen nicht gemacht werden kann, indem alle diese Klotzpflasterungen — seien sie nun in Amerika oder Deutschland, in England oder Russland erfunden worden — in ihren Hauptanordnungsweisen eine seltene Uebereinstimmung zeigen, wie wir im folgenden zur Genüge erkennen können, ja noch weiter, indem sie fast zu gleicher Zeit bei ganz verschiedenen Nationen zur Ausführung gekommen sind. Wir werden also aus diesen Gründen die Klotzpflasterungen nicht weiter eintheilen.

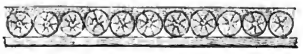
Digitized by Google

§ 124. Knüppeldämme und Plankenwege.

Auf einem Erdboden, welcher einen zwar moorigen Untergrund, aber eine feste, trockene Oberfläche besitzt, so dass nur schwere Lasten, sobald sie nur eine Stelle des Bodens treffen, einsinken würden, pflegt man statt der Chaussirung in steinarmen Gegenden unbehauene Stämme und Aeste und Knüppel möglichst dicht neben einander zu legen und das Ganze mit so viel Sand zu überschütten, bis man eine möglichst glatte und ebene Oberfläche erzeugt hat.

Diese Anordnung ist natürlich eine sehr rohe zu nennen. Man findet deshalb auch solche Knüppelwege nur als Nothbau in ganz unkultivirten Gegenden vor. Aber eine ebenso rohe und unzweckmässige Anordnung von einem Holzpflaster ist die, schwache Rundhölzer nach der Breite der Strasse dicht nebeneinander auf einzelne Langhölzer zu legen und diesen Strassendamm hernach entweder mit Sand zu überschütten oder auch ohne Ueberschüttung dem Verkehre zu übergeben. (Fig. 135.)

Fig. 135.



Etwas ausgebildeter sind schon die Plankenwege (planks roads), wie sie in Amerika vielfach verwendet wurden. Statt der Knüppel werden meistens starke Halbhölzer, die mit ihren glatten Seiten nach oben und mit ihren runden Seiten nach unten gelegt werden, auf einzelne Langschwellen mit Drahtstiften befestigt. (Fig. 136.) Diese Plankenwege bilden für leichtes Fuhrwerk eine sehr bequeme Bahn, sind aber für schwere Lasten völlig unbrauchbar, auch haben sie eine nur kurze Dauer.

Fig. 136.

Bei sehr morastigem Boden wird statt dieser beiden Systeme ein andres System mit Erfolg benutzt, das wir hier, obwol es nicht ganz mit Recht zu den Holzpflasterungen gerechnet werden darf, doch der Vollständigkeit halber erwähnen wollen. Statt der Knüppel u. s. w. werden nämlich als Unterlage für die Ausfüllung u. s. w. Reisigbündel (Faschinen), deren Länge gleich der Strassenbreite am zweckmässigsten

Digitized by Google

genommen wird, in den Morast eingelegt. Die so dicht aneinander liegenden Faschinen werden fest mit einander verbunden und drücken sich, sobald man Sand in gehöriger Menge aufschüttet, tief und fest in den Sumpf hinein, so eine ganz gute Strassenbahn erzeugend.

§ 125. Hölzerne Fahrbahnen und Fusswege auf Brücken.

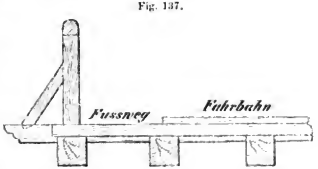
Wol die weitverbreitetste Verwendung des Holzes als Material für Strassenpflasterungen findet bei den hölzernen, eisernen und auch — wiewol seltener — bei den steinernen Brücken aller Länder, aller Nationen statt. Obwol dieser Gegenstand mit grösserem Rechte zum Brückenbau, als zum Strassenbau gehört, so wollen wir doch der Vollständigkeit halber im Nachfolgenden wenigstens das Nothwendigste über diese hölzernen Fahrbahnen sagen.

Als Hauptbedingung für die Fahrbahn einer Strassenbrücke hat man festzuhalten, dass dieselbe eine ebene Oberfläche bilde, fest und dauerhaft sei. Die Fahrbahn besteht entweder aus:

1) einer einfachen Bohlenlage aus Eichenholz,
2) aus einer doppelten Bohlenlage aus Eichenholz (Fig. 137), oder endlich
3) aus einer Bohlenlage mit Holzpflaster.

„Es wird hauptsächlich von der Frequenz der Strasse abhängen," sagt Becker,*) „ob man die eine oder andre Art wählen will, denn wird die Strasse nur wenig befahren, so wird stets eine einfache oder besser doppelte Bohlenlage für die Fahrbahn das Vortheilhafteste sein, da bei ziemlich langer Dauer derselben noch zwei wesentliche Vortheile erreicht werden, nämlich geringe Belastung der Brückenträger und leichte Reparatur." —

Fig. 137.



(Der doppelte Belag hat aber auch vor dem einfachen Belag von derselben Stärke den Vortheil, dass bei einem etwaigen

*) „Der Brückenbau in seinem ganzen Umfange" von Becker. S. 30.

Digitized by Google

Durchfahren einer Bohle noch kein Wagen einbricht und die Reparatur zumeist ohne Unterbrechung des Verkehres mit Leichtigkeit vorgenommen werden kann.)

„Der Umstand, dass eine solche Fahrbahn die Brücke am wenigsten belastet, ist öfters Ursache, dass man sie auch bei sehr stark frequentirten Strassenbrücken anzuwenden pflegt. Die Bohlen der unteren Lage werden dabei in der Regel quer über sämmtliche Träger dicht nebeneinander gelegt. . . . Die obere Bohlenlage dagegen ist nur für die Fuhrwerke bestimmt und erhält deshalb eine Breite von 4.2 bis 4.5 m" — —

Soweit unsre Autorität. Wir können uns auf ganz ausführliche Beschreibungen der Fahrbahnen und Fusswege hier nicht weiter einlassen und müssen deshalb auf die bekannten Brückenbau-Werke verweisen. Uebrigens sei noch bemerkt, dass die Tragbohlen (unteren Bohlen) eine Dicke von 8 bis 15 cm haben, während die Fahrbahnbohlen (oberer Bohlenbelag) nur 4 bis 6 cm stark angenommen werden. Die dritte Art der Herstellung von Brückenbahnen durch eine Bohlenlage mit einem Holzpflaster findet der geehrte Leser in § 128. —

Bei Brückenbahnen mit nur schwachem Verkehre muss man (wie wir anfangs schon bemerkten) auf Wetterbeständigkeit besonders sehen, weil dann die Hölzer zu schnell abfaulen; man wählt deshalb am besten das Eichenholz. Bei starkem Verkehre ist diese schnelle Fäulniss des Holzes weniger leicht zu befürchten, doch hat man dann besonders auf Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe der Wagenräder und Pferdehufe zu achten; deswegen wählt man hier am besten das weniger theure Buchenholz.

Die Klotzpflasterungen.

§ 126. Form und Grösse der Holzklötze.

Gewöhnlich verwendet man das Holz zu den sog. Klotzpflasterungen, mit denen in fast allen civilisirten Ländern die ausgedehntesten Versuche gemacht worden sind, die verschiedenartigsten Constructionen ersonnen und die verschiedensten Resultate erzielt wurden. Fast überall hatte man einen Querbohlenbelag angeordnet, auf welchen die einzelnen Klötze gesetzt wurden.

Digitized by Google

Diese Holzklötze von quadratischer oder rechteckiger Form stellte man früher auf die Hirnseite dicht nebeneinander ohne jede weitere Verbindung. Dies war selbstverständlich eine sehr mangelhafte Anordnungsweise, denn das Pflaster hatte gar keine Festigkeit, sobald das Holz zu schwinden begann.

Andre Constructeure verwendeten zu ihren Holzpflasterungen auch bienenzellenartig aus regelmässigen Sechs-

Fig. 138a.

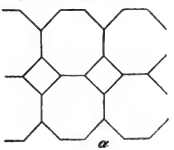
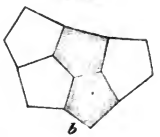


Fig. 138b.



ecken bestehende Klötze, die aber keinen wesentlichen Vortheil gegenüber den einfacher gestalteten „hölzernen Pflastersteinen" gewährten. (Siehe Fig. 138a.)

Statt der regelmässigen Sechseckform der Holzklötze hat man auch die parallelepipedische Form eingeführt und diese Klötze mit Dübbeln oder kleinen eisernen Klammern unter einander verbunden. Becker beschreibt in seinem „Brückenbau" (S. 30) eine solche Form und die Rhomboidalform, wie folgt:

„Man setzte immer Stücke von 24 Holzblöcken zusammen und bildete mit denselben einzelne Bänder oder Streifen, welche die Achse der Fahrbahn unter einem Winkel von 45° kreuzten. Um die Kopfflächen der Blöcke rauher zu machen, schnitt man mit der Säge zwei Kerben ein. Alle diese Zusammensetzungen der Blöcke hatten den grossen Nachtheil, dass der Druck auf einen Block sich nicht genügsam auf die Umgebung vertheilte; man gab daher den einzelnen Blöcken die Rhomboidalform, legte sie aber in andrer Weise zusammen und vereinigte sie mit Dübbeln, so dass jeder Block mit vier anstossenden Blöcken in Verbindung stand. Zu diesem Behufe mussten die Blöcke reihenweise und zwar nach entgegengesetzter Richtung aufgelegt werden, und man musste die Dübbelpunkte da annehmen, wo die Verticalen

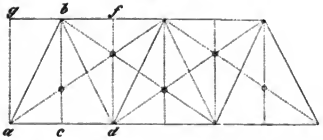
Digitized by Google

bc und fd (in Fig. 139) die Diagonalen durchschneiden.*) Die Rhomboiden müssen dabei so geschnitten werden, dass:

$$gb = \frac{gf}{2} \text{ und } ag = gf$$

ist. — Es ist begreiflich, dass diese letzte Construction den

Fig. 139.



Vorzug verdient. Bei der Ausführung des Holzpflasters wird man daher vor Allem auf den Bohlenbelag eine 0,06 m hohe Sandschicht führen und darauf die auf obige Art angefertigten Blöcke, je 24 an einem Stücke, aufsetzen."

Heutzutage ist es allgemein üblich, die Holzklötze der Länge nach in Querreihen zu setzen und sie unter einander durch horizontale Dübbel oder Nägel zu verbinden. Man nagelt sie aber auch fest an den unteren Bohlenbelag und zwar schlägt man die Nägel nicht von oben, sondern von der Seite ein, weil aus sehr naheliegenden Gründen die Nagellöcher niemals von der Oberfläche der Holzklötze ausgehen dürfen.

Statt dieser einfachsten Befestigungsart hat man aber auch vor jeder Querreihe der Holzwürfel eine nur dünne Leiste genagelt, welche wiederum ihrerseits durch Drahtstifte auf dem Bohlenbelage befestigt ist. Auf diese Weise entstehen etwa 2 cm starke Querfugen, welche mit einer Mischung von Sand, feinem Kies und Theer oder auch mit Asphalt ausgefüllt werden. Damit diese Querfugen kleiner als 2 cm oben ausfallen, hat man auch die einzelnen Holzpflasterklötze unterschnitten und Leisten angenagelt, welche einen trapezförmigen Querschnitt besitzen.

Die einzelnen Holzklötze erhalten in der Längenrichtung der Strasse eine Stärke von 10—20 cm. Ihre Länge quer zur Strasse beträgt 15 — 30 cm und auch noch mehr. Die Oberkanten der Klötze werden zumeist etwas gebrochen und die

*) In Fig. 139 sind die Dübbel durch kleine Kreise angedeutet.

Digitized by Google

Klötze gewöhnlich mit ihrem Hirnholz nach oben gesetzt. Die Klötze werden zweckmässig stets in heissen Theer getaucht.

Zu den Klotzpflasterungen nimmt man am meisten das theuere Eichenholz; doch soll sich auch das harzreiche Fichtenholz ausgezeichnet bewährt haben. —

§ 127. Die Entwickelung des Klotzpflasters.

Die Versuche mit Holzpflasterungen begannen in Russland, denn schon im Jahre 1834 wurde auf dem Newski-Prospect in St. Petersburg ein Klotzpflaster gelegt, deren Holzklötze prismatische Gestalt besassen (siehe Fig. 139) Diese Holzklötze waren wie gewöhnlich in Theer getaucht und auf einer Unterlage von Brettern möglichst eng aneinander gepresst. Die Oberfläche des Holzpflasters und die nur sehr kleinen Fugen desselben wurden dann mit Asphalt übergossen.

Ein solches Holzpflaster kann sich selbstverständlich nicht bewähren. Ist dasselbe im Sommer angelegt worden, so quillt das Holz im Winter und die gänzliche Zerstörung der Strassenbahn ist nicht fern. Ist das Pflaster aber in der feuchten Jahreszeit gebaut worden, so trocknet das Holz im heissen Sommer vollständig zusammen und das Pflaster, dessen Bestandtheile ohne jede Verbindung unter einander sind, wird locker und klapprig. In jedem Falle ist also ein nach dieser Methode ausgeführtes Holzpflaster sehr bald und sehr oft zu repariren. Und so kostet denn auch die Unterhaltung des Klotzpflasters in St. Petersburg, weil man mit eigensinniger Zähigkeit noch immer an dieser veralteten Methode festhält, enormes Geld! — (S. „Deutsche Bauzeitung“ 1873. 123.)

Nach diesen verunglückten Versuchen in Russland begann man in England und zwar vorzugsweise in London mit hölzernen Pflasterungen Probeversuche zu machen. Aber gar lange Jahre konnte mit den gebauten Systemen kein günstiges Resultat erreicht werden.

Hierauf begann man mit wahrer Leidenschaft in Amerika Holzpflasterungen anzulegen, welche dort allerdings eine Zukunft versprachen, weil Holz in grosser Menge leicht, schnell, billig und in guter Qualität zu beschaffen war. Anfangs wollten die Klotzpflasterungen aber keine günstigen Resultate ergeben, aber

Digitized by Google

nach und nach, als man die Mängel und Fehler der einzelnen Systeme erkannte und sie zu beseitigen suchte durch zweckmässigere Constructionen, wurde es besser, und endlich war das Klotzpflaster so beliebt, dass man ganze Stadttheile, ja ganze Städte fast nur mit ihm versah (z. B. Chicago; siehe § 128, Anm.)

Die Erfolge in Amerika ermuthigten nun die Engländer wieder zu neuen Versuchen mit Holzpflasterungen, und trotz der hohen Kosten, welche das Material dem ziemlich holzarmen England verursachte, wurden mehrere Strassen der Londoner City mit Holzwürfeln belegt, deren Unterhaltungskosten allein schon, wie die Tabelle im § 132 zur Genüge zeigt, gerade nicht sehr zu Klotzpflasterungen verlocken.

Deutschland, Frankreich und Oesterreich waren nicht so leicht zu Versuchen mit Holzpflasterungen anzureizen: sie begnügten sich mit ihren hölzernen Brückenfahrbahnen gar lange Zeit. Erst viel später als die Russen, Amerikaner und Engländer begannen sie, ihre städtischen Strassen mit Klotzpflasterungen zu belegen, und auch nur sparsam*) gingen sie — zumal in Deutschland — dabei zu Werke und mit vollstem Rechte, weil in unserem Vaterlande die Herbeischaffung von geeignetem Holze zu grosse Kosten verursacht, die zu den wirklichen Erfolgen dieser Pflasterungen in gar keinem richtigen Verhältnisse stehen.

In den übrigen Ländern war es aber ebenso; noch heute stösst man in ihnen nur äusserst selten auf hölzerne Strassendämme. (Vergl. § 132.)

§ 128. Klotzpflasterung auf Brücken.

Auf den Drehbrücken über den Rhein-Rhône-Canal verwendet man schon seit vielen Jahren ein Klotzpflaster von Hirnholzklötzen, welche aus Fichtenholz bestehen. Die Brückenbahn dieser Drehbrücken bestand anfangs (wie es ge-

*) So z. B. hat in Paris bis jetzt nur in engeren Nebenstrassen (beispielsweise in einer Strasse nahe Notre Dame de Lorette und parallel der Rue Lafitte) das Holzpflaster Verwendung gefunden, wo es sich aber ganz gut zu bewähren scheint, während es sich in mit Lasten viel befahrenen Hauptstrassen zu unegal ausfährt und kostspielige Ausbesserungen erfordert! —

Digitized by Google

wöhnlich der Fall ist) aus eichenen Bohlen von 12 cm Stärke, die sich aber bei dem überaus starken Verkehr, der auf diesen Brücken herrscht, gar nicht bewähren wollten. Nun nahm man seine Zuflucht zu dem Klotzpflaster, dessen Holzblöcke quadratische Form besassen und aus Eichenholz bestanden. Aber auch dieses Pflaster hielt sich hier kaum ein halbes Jahr. Endlich griff man zu den Hirnholzklötzen aus trocknem Fichtenholz, die sich, obwol auf denselben täglich mindestens 250 — 350 sehr schwere Lastfuhrwerke dahin rollen, etwa 3 — 4 Jahre zu halten pflegen, ein Zeitraum, der allerdings für ein Strassenpflaster ein sehr mässiger genannt werden muss.

Die mit einem solchen Hirnholzklotzpflaster versehene Brücke liegt zwischen dem Mühlhausener Güterbahnhof und der Stadt und giebt es wol kaum ein zweites Brückenpflaster, welches durch einen so überaus regen Verkehr mehr angegriffen wird.

Unmittelbar über den eisernen Querträgern liegen der Länge der Brücke nach eichene Schwellen, welche 12 × 12 cm stark sind und mit offenen Fugen, die etwa 1 cm offen sein sollen, verlegt werden. Auf diese starke Schwellenunterlage werden die Hirnholzklötze, welche ein regelmässiges Sechseck von 22 cm Durchmesser bilden, aufgesetzt. Jeder einzelne Klotz wird fest an die andren seitlich angetrieben und dann auf den unteren eichenen Schwellenbelag an allen seinen zugänglichen Seiten mit etwa 8 cm langen Drahtstiften festgenagelt. Jeder einzelne Klotz ist aber noch ausserdem mit etwa 3 cm starken, doppelkonischen Dübbeln mit den benachbarten Klötzen auf seine vier Seitenflächen verbunden.

Sobald auf diese Weise das Holzpflaster fertig gestellt ist, wird dasselbe 14 Tage lang mit Sägespähnen bedeckt gehalten und täglich mehrere Male fleissig begossen.

Die Fahrbahn der Brücke ist 2,25 m breit. Die Holzklötze sind in der Mitte 12 cm hoch, an den Seiten aber nur 9 cm hoch.*)

Bei der letzten Reparatur dieses Klotzpflasters zeigte sich, dass diese Pflasterung bis auf 4 cm abgeschliffen war!**) —

*) Siehe Zeitschrift des „Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins“ 1871, S. 281.

**) Nach Vollendung dieses Werkes geht dem Verfasser aus Berlin noch nachträglich eine Notiz des „Berliner Tageblattes“ zu, in welcher ein neuer Versuch mit einem Holzpflaster auf Brücken in Berlin besprochen wird. Der Verfasser glaubt diesen ganz interessanten Artikel seinen ge-

Digitized by Google

§ 129. Das Holz-Asphaltpflaster.

In England ist ein Holz-Asphaltpflaster probeweise gelegt worden, welches sich ein Herr Copland hat patentiren lassen. Das Pflaster verdient schon wegen seiner Originalität erwähnt zu werden. Die Legung desselben geschieht auf folgende Weise:

---

schätzten Lesern nicht vorenthalten zu dürfen und lässt ihn deshalb hier ganz unverkürzt folgen. In dem Artikel heisst es wörtlich:

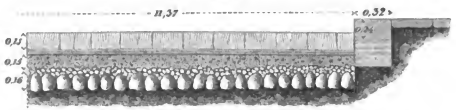
„Kopfsteine aller Art, Asphalt, Eisen, Ziegelsteine sind in rascher Aufeinanderfolge in verschiedenen Theilen der Stadt versuchsweise als Pflaster in Anwendung gebracht worden. Die städtische Verwaltung bemüht sich, durch eigene Versuche zu ermitteln, in welcher Weise das in der alten fiscalischen Zeit leider sprüchwörtlich gewordene schlechte Berliner Pflaster verbessert werden kann. Zu dem reichhaltigen Probematerial gesellt sich nun seit wenigen Tagen ein neues. Die Friedrichsbrücke wird in ihrer ganzen Ausdehnung von der Börse bis zur Nationalgalerie mit Holzpflaster versehen. Indessen erscheint uns die Anlage von vornherein eine durchaus verfehlte, wenigstens weicht sie wesentlich von der bewährten Methode ab, welche man in der Stadt befolgt, welche fast ausschliesslich Holzpflaster hat, nämlich Chicago. In Chicago wird die Strasse zuerst geebnet, dann mit einer Kiesschicht überzogen und die ganze Strasse dann gedielt, indem man Brett an Brett auf Balken nagelt, welche in den Kies respective die Erdschicht eingebettet sind. Auf diese Dielen setzt man dann die rechteckigen Holzblöcke im Querschnitt auf. Die einzelnen Reihen sind durch Zwischenräume in der Breite eines Fingers getrennt, welche dann mit Asphalt und Kies gefüllt werden. In Berlin wird das Verfahren in einem wesentlichen Punkte abweichen. Ueber die untere Schicht legt man nämlich nicht Dielen, sondern eine dicke Cement- und Kiesdecke von etwa 15 cm Stärke, ähnlich wie bei dem Asphaltpflaster. Bekanntlich saugt Holz nun sehr viel Nässe auf. Während nach der amerikanischen Methode bei Regenwetter die Feuchtigkeit durch die Dielen in die Erde zieht und demnach das Holzpflaster jenseits des Oceans nach dem Regen noch schneller trocken ist, als das Steinpflaster, wird hier die harte, undurchdringliche Cementschicht unter dem Holzpflaster dem Weitersickern des Regens unüberwindlichen Widerstand entgegensetzen, und die Folge wird sein, dass die Strasse zunächst lange nass bleibt und dass ferner das Holz schneller fault und schlecht wird. Es werden demnach häufige Reparaturen nothwendig werden. Und da sich Holz nicht, wie Asphalt und Steine umpflastern lässt, sondern jedesmal neu ersetzt werden muss, so würde, nach der auf der Friedrichsbrücke angewendeten Methode das Holzpflaster sehr kostspielig werden. Selbst in Chicago kehrt man aus den vorstehend angegebenen Gründen, trotz der dort angewendeten rationellen Methode zum Steinpflaster resp. Asphalt zurück. Indessen geben wir gern zu, dass es sich bei der kleinen Strecke, die bei uns jetzt in Angriff genommen worden ist, wol lohnt einen Versuch zu machen."

Digitized by Google

Auf einer Concretlage wird eine nur schwache Lage Asphalt sorgfältig ausgebreitet und auf dieser Schicht die Pflasterung aus Holzklötzen aufgesetzt. Die Fugen der Holzklotzpflasterung werden in der unteren Hälfte mit Asphalt, in der oberen Hälfte mit Kies gefüllt. Zur Befestigung und zur Erhaltung der sicheren Stellung der Klötze dienen in den durchgehenden Querfugen Holznägel.

Diese eigenthümliche Construction geht darauf hinaus, als tragenden Constructionstheil nur die Betonschicht zu bieten; die Holzklötze sind als Schutzmittel für dieselbe und zur Uebertragung der Lasten vorhanden. (Fig. 140.)

Fig. 140.



Die Kosten dieser Holz-Asphaltpflasterung betragen pro Quadratmeter alles in allem nur 15 M. (S. Deutsche Bauzeitung 1876, S. 327.)

Das Pflaster ist in der Cannon-Street in London ausgelegt worden, ferner in Hamburg, worüber der schon einmal in diesem Buche erwähnte Herr Oberingenieur F. Andreas Meyer in Hamburg Folgendes (August 1878) bemerkt:

„Die neue Methode der Pflasterung mit Holz-Asphaltpflaster ist augenblicklich bereits zwischen dem Steinthordamm und der Altmannstrasse in Hamburg auf einer Strassenfläche von 2000 qm in Ausführung begriffen, und wird noch in diesem Monate (August 1879) zur Vollendung kommen. Die Ausführung dieser Pflasterung ist zu dem Preise von 15 M. pro Quadratmeter, incl. Herstellung der Betonunterlage, der Asphaltic-Wood-Pavement-Company in London übertragen, welche zudem innerhalb dieses Preises die Garantie für die gute Lage des Pflasters auf 15 Jahre incl. aller während dieses Zeitraumes etwa erforderlichen Reparaturen gegen entsprechenden Einbehalt von der Contractsumme übernommen hat!“ —

Da dieses interessante Pflaster neben der Billigkeit seiner Herstellung und seiner Unterhaltung eine beinahe doppelte Dauer

Digitized by Google

als das beste Granitpflaster (?) haben soll, so dürfte es sich wol für unsre städtischen Strassenanlagen empfehlen lassen. Immerhin sollte von unsren städtischen Baubehörden der Versuch mit diesem Holz-Asphaltpflaster einmal gemacht werden.

§ 130. Das Holzpflaster System Nicholson.

Das Holzpflaster System Nicholson ist nicht nur in England, sondern auch in Amerika zur Ausführung gekommen, denn nicht nur in einzelnen Strassen der Londoner City, sondern auch in der sehr verkehrsreichen Broadstreet in New-York ist dieses Pflaster gelegen, das sich in mancher Beziehung recht gut bewährt hat.

Die allgemeine Ausführung des Systems ist etwa folgende:

Der Strassenuntergrund wird schön geebnet und jeder kleine Stein u. dergl. sauber entfernt, darauf wird der Boden mit einer Betonschicht oder Schotterlage bedeckt (s. Fig. 141), und auf diese ebene, nur gegen die Gossen an beiden Seiten etwas abgeflachte Oberfläche werden zunächst eng an einander passende Bretter aus Fichtenholz der Länge nach (Fig. 141 *a* oder *b*) gelegt und dann mit einem Theeranstrich versehen. Diese zwei sich kreuzenden Brettlagen haben eine Stärke von etwa 25 mm.

Fig. 141.

Auf diese Fichtenbretter wird nun jedes Mal eine Reihe gleich hoch und gleich dick gesägter Blöcke weichen Holzes aufrecht (aufs Hirnholz) dicht neben einander gestellt. Ein jeder von diesen kleinen Holzblöcken wird mit seinem Fusse vorher in kochenden Theer getaucht und dann erst in die Reihe gestellt.

Diese Holzklötze haben parallelepipedische Form und bestehen — wie soeben gesagt — aus weichem Fichtenholze. Ihre Breite schwankt zwischen 7,6 — 19,0 cm, ihre Länge 15—38 cm, ihre Tiefe 10—16 cm. Beispielsweise waren die Klötze in New-York 16 cm breit, 16 cm hoch und 5—20 cm lang. —

Ist eine Reihe fertig gelegt worden, so wird dieselbe an eine etwa 15 mm starke und 25—30 mm hohe Leiste genagelt

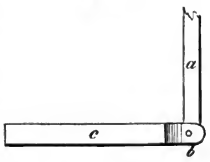
Digitized by Google

und zwar so, dass der Drahtstift schief durch die Holzklötze bis in die Unterlage, welche die mit Theer bestrichenen Fichtenbretter bilden, dringt.

Sind etwa 12—20 solcher Reihen mit dichten Stossfugen und Leisteneinlagen nebeneinandergelegt und zwar so, dass die richtige Wölbung der Strasse erreicht ist, so wird in die von den soeben erwähnten Leisten gebildeten Spalten in den Längsfugen rein geschlemmter Kies oder Asphalt oder eine Mischung von Theer, Pech und Kies hineingeschüttet und das Ganze sauber abgeglichen.

Ist dies geschehen, so kommt einer von den Arbeitern mit der Theerpfanne und giesst soviel in die Rinnen, bis der ganze Kies u. s. w. bedeckt ist, worauf vier Arbeiter folgen, von denen einer mit einem Werkzeuge versehen, das nebenstehende schematische Skizze (Fig. 142) zeigt.

Fig. 142.



Der Arbeiter hält das Instrument an der Handhabe a, die in b — im Scharniere — so geht, dass er c — ein etwa 15 mm dickes Schmiedeeisenstück — in die Höhe heben und an eine andre Stelle beliebig bewegen kann. Das Schmiedeeisenstück c passt eben grade in die vorerwähnten, 15 mm breiten Spalten der Längsfugen und wird nun auf die soeben mit einem Theeranstrich versehenen oder, richtiger gesagt, mit einem Theerguss versehenen Kieselsteine gesetzt, worauf je einer der beiden andren Arbeiter mit einem schweren, eisernen Pflasterstock ein einziges Mal darauf schlägt, so dass die Zwischenlage bis auf die Holzleiste hinuntergetrieben wird, worauf der Mann mit dem Werkzeuge (Fig. 142) um die Länge des Schmiedeeisenstückes vorrückt, der andre Mann dasselbe wieder in die Spalte hineintreibt und so fort.

Die allerletzte Operation besteht endlich darin, dass man den ganzen, so fertig gestellten Strassendamm mit Kies oder (wie in Amerika) mit erhitztem bituminösen Kiesel von Haselnussgrösse etwa 7—8 cm hoch überschüttet, und die Strasse dann sofort dem Verkehre übergiebt.

Diese Kiesdecke wird theils durch die Fuhrwerke zwischen die immer noch etwas offenen Längsfugen gedrückt, theils aber

Digitized by Google

von dem Regen oder beim Strassenkehren entfernt, so dass schliesslich das ganze Holzpflaster offen zu Tage liegt. —

Die Rinnsteine oder Gossen werden bei diesem Systeme sehr einfach dadurch gebildet, dass man die Holzklötze schief behaut oder ausschneidet.

Der ganze Strassenkörper legt sich seitlich an die Trottoir-Rinnsteine an. Sind solche Rinnsteine oder Gossen nicht vorhanden, so kann man auch hölzerne Randschwellen, welche man in den Boden einlegt, verwenden. —

Das Pflaster, dessen Herstellungskosten zwischen 18 und 28 M. pro Quadratmeter schwanken, hat folgende Vortheile:

1) es hat in der Richtung des Strassenzuges eine gewisse Elasticität, durch welche
2) die Fuhrwerke geschont werden;
3) es bildet eine glatte, ebene Strassenbahn,
4) es bietet hohe Verkehrssicherheit und verursacht fast kein Geräusch beim Befahren,*)
5) es verlangt geringe Zugkraft,
6) es kann leicht rein gehalten werden und erzeugt
7) keine üblen Ausdünstungen.

§ 131. Andre amerikanische Systeme.

Ein zweites, in Amerika sehr verbreitetes Holzpflasterungssystem ist das von Ballard, das fast in allen Ländern patentirt worden ist. Das Holzpflaster besteht aus keilförmigen Holzstücken, welche mit ihrem Rücken auf eine Bretterunterlage (Fig. 143) gestellt werden, wie dies bei fast allen Holzpflasterungen der Fall ist. (Statt dieser Bretterunterlage könnte man aber ebenso vortheilhaft eine gut gewalzte Unterlage aus Cement benutzen.)

Eine genaue Beschreibung dieses Patentes finden wir u. A. auch in der „Deutschen Gewerbezeitung“ (1870, S. 270 und 271), in welcher es etwa folgendermassen heisst:

*) Grade dieses Vortheiles der Holzpflasterungen wegen sind dieselben so vielfach in den Grossstädten Amerika's und Englands zur Ausführung gekommen. Das Holzpflaster bringt nur ein sehr gedämpftes Geräusch hervor, was allerdings bei den sehr belebten, verkehrsreichen Strassen der Londoner City und der so vielfach befahrenen Broadstreet in New-York für die Umwohnenden sehr angenehm sein muss.

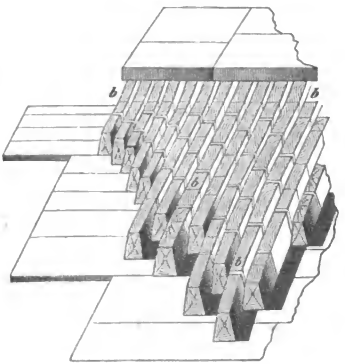
Digitized by Google

Die Holzklötze werden in Reihen quer über die Strasse angeordnet, so dass sich dieselben an der Basis berühren und quer über die Strasse keilförmige Zwischenräume zwischen sich lassen.

Zwischen diesen einzelnen Klötzen einer solchen Reihe oder zwischen je zwei, drei oder noch mehr bleiben kleine Zwischenräume von etwa 2,5 cm Breite, welche in den einzelnen Reihen versetzt angeordnet werden. Alle diese Zwischenräume werden mit einer Masse ausgefüllt, die aus scharfem Sande, Cement und Kohlentheer besteht. Diese Masse wird dicht in die Zwischenräume eingerammt.

In Folge dieser Anordnung der Füllung, wodurch die Strasse nach den verschiedensten Richtungen unterbrochen wird, gewährt dieselbe einen ausgezeichnet sicheren Halt für die Pferdehufe. Die Holzklötze und die Füllung verkeilen sich gewissermassen in einander, so dass die Strasse eine ganz vortreffliche Dichtigkeit erhält, welche durch den Verkehr blos noch erhöht werden kann, da hier das Füllungsmaterial stets fester in die Zwischenräume eingetrieben wird. Gleichzeitig sind derartige Strassen völlig wasserdicht.

Fig. 143.



Die Construction solcher Strassen ist so einfach, dass alle Arbeiten durch gewöhnliche Arbeiter ausgeführt werden können; es lässt sich demnach der Bau eines solchen Holzpflasters mit grosser Schnelligkeit ausführen. Die Kosten stellen sich dabei nicht höher als die eines andren guten Holzpflasters, in welchem eine ähnliche Holzart verwendet wird.

Die Balken, aus denen die keilförmigen Holzstücke geschnitten werden, werden in Breiten von 8 cm bis zur vollen Breite des Klotzes hergestellt. Die Dicke soll etwa 18 cm betragen.

Digitized by Google

Die Blöcke werden sodann auf einem entsprechend geneigten Tische durch die Kreissäge in Stücke von rautenförmigem Querschnitte zertheilt und diese Stücke dann auf einer zweiten Kreissäge derartig gespalten, dass aus jedem zwei Keile entstehen müssen. Die Sägeschnitte werden dabei so ausgeführt, dass alle Keile die Hirnseite nach oben (*b* in Fig. 143) erhalten, wie dies aus der umstehenden Abbildung zur Genüge hervorgeht.

Ein drittes, einfacheres System eines Holzpflasters erfand der Amerikaner Gonneval, denn bei seinem Patent ist eine Bretterunterlage nicht erforderlich.

Die Herstellungsweise ist deshalb auch eine ganz andre, als die der bisher besprochenen Holzpflasterungen. Hier werden auf den sorgfältig geebneten und festgestampften oder auch abgewalzten Erdboden rechteckig zugeschnittene Holzklötze *d* (in Fig. 144) aufgesetzt, welche in den Ecken kleine Ausschnitte erhalten. Sobald man diese Holzklötze zusammensetzt, so ent-

Fig. 144a.

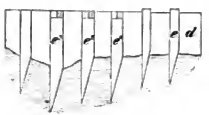
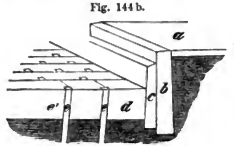


Fig. 144b.



stehen durch die Ausschnitte Löcher, in welche man vierkantige Holzstifte (*e*, e^1, e^2, e^3 u. s. w. in Fig. 144) einschlägt, welche bis in den Erdboden hineinreichen.

Dadurch, dass diese rechteckigen Holzklötze scharf an die senkrechten Vorderplatten *cb* der Trottoirs *a* gestossen werden, erhält das ganze Pflaster eine sehr grosse Festigkeit.

Das Pflaster nach dem System Gonneval ist in Nordamerika namentlich viel zur Ausführung gekommen, wo es sich im Allgemeinen gut bewährt haben soll; aber hervorragende Vorzüge vor dem Nicholson'schen System hat es unsrer Meinung nach nicht.

Ein Verfahren, das bei uns seltener zu finden ist, in Amerika aber häufiger zur Anwendung kommt, wollen wir zum Schluss dieses Paragraphen der Vollständigkeit halber noch

Digitized by Google

kurz erwähnen, obwol es eigentlich nicht mit Recht zu den Holzpflasterungen gerechnet werden kann.

In Amerika nämlich legt man an solchen Stellen der mit Steinwürfel gepflasterten Strassen, wo die Fuhrwerke möglichst wenig Geräusch verursachen sollen, hölzerne Bohlen ein und verfährt dabei auf folgende Weise:

Auf den geebneten und gehörig gedichteten Strassenuntergrund wird zunächt eine dünne Lage Asphaltguss (Asphalte coulé) aufgetragen und auf diesen nun gewöhnliche Bretter aus Fichtenholz von circa 5 cm Stärke dicht nebeneinander gesetzt und in abwechselnder Reihenfolge mittelst Pfostnägel auf der Bretterunterlage befestigt und mittelst gewöhnlicher Schraubbolzen und Muttern seitlich aneinander gezogen.

An den beiden äusseren Seiten schliesst sich das Steinpflaster an und die Zwischenräume zwischen den Pfosten werden vorher mit feinem Asphaltguss ausgefüllt.

Solche Anordnungen sind aber unsres Erachtens nicht sehr empfehlenswerth und kommen deshalb auch bei uns in Deutschland, wie schon bemerkt, fast nirgends vor. Will man einen möglichst geräuschlosen Verkehr haben, so ist es bei uns üblich, Asphaltbahnen herzustellen, oder, falls man das vorhandene Steinpflaster nicht beseitigen will, so legt man — wie beispielsweise früher in der Wilhelmstrasse in Berlin (s. § 143 u. auch § 58, Anm.) für die Wagenspuren etwa 30—60 cm breite Granit- oder seltener harte Sandsteinplatten ein, wodurch der Zweck ebenso gut, wenn nicht besser erreicht wird.

§ 132. Vortheile, Nachtheile und Kosten der Holzpflasterungen.

Ein gutes Holzpflaster neueren Patentes hat etwa folgende Vortheile:

1) es liefert eine ebene, glatte, feste Strassenbahn;
2) es besitzt Elasticität und bringt kein grosses Geräusch hervor;
3) es schont Pferde und Wagen, da es keine vorstehenden Spitzen und Kanten hat;
4) es verlangt nur geringe Zugkraft, da der Widerstands-

Digitized by Google

coefficient ziemlich gering ist, welcher bei gutem Pflaster im Mittel zu etwa 0,018 angenommen werden kann;

5) es erzeugt keinen Staub.

Dagegen hat jedes Holzpflaster die grossen Nachtheile (siehe auch weiter unten), dass:

1) seine Herstellung sich in den weitaus meisten Fällen sehr kostspielig gestaltet und viel Zeit in Anspruch nimmt;
2) dass auch seine Unterhaltung eine sehr theure ist;
3) dass das Holzpflaster sehr bedenklich bei Feuersbrünsten werden kann;*) endlich dass
4) seine Dauer lange nicht der einer guten, gleich theuren Steinbahn gleichkommt.

Hierzu kommt noch bei einigen Holzbahnen der fernere Nachtheil, dass sie

5) üble und schädliche Ausdünstungen haben. —

Aus diesen Gründen wird man bei uns ein Holzpflaster in unsren städtischen Strassen nicht gern anlegen, und um so weniger, als seine Materialien bei uns nur für sehr schweres Geld in guter Beschaffenheit zu erstehen sind.

Trotz der grossen Herstellungs- und Unterhaltungskosten und trotz der Feuergefährlichkeit hat man aber in Amerika Holzpflasterungen in Menge angelegt. So sind beispielsweise in der Stadt New-York allein über 300000 qm mit Holz gepflastert worden, von dem sich die Herstellungskosten pro Quadratmeter auf 28,36 M. im Durchschnitt — also sehr hoch im Vergleich zu andren Pflasterungsarten — beliefen.

Aber trotz des grossen Holzreichthums und trotz des früheren Enthusiasmus, von dem wir schon im § 127 erzählten, kommt das sonst für den Verkehr gar nicht schlechte Holzpflaster immer mehr und mehr in Amerika ausser Gebrauch. Hier wird die Feuergefährlichkeit, namentlich der ungeheure, durch das Holzpflaster begünstigte Brand von Chicago, neben den Kosten die frühere Schwärmerei für dieses Pflaster etwas gedämpft haben.

---

*) Wie bekannt, ist das Holzpflaster bei der grossen Feuersbrunst in Chicago dem um sich greifenden Element nur förderlich und mit Schuld daran gewesen, dass ein grosser Theil der sehr industriellen Stadt ein Opfer der Flammen wurde! —

Digitized by Google

In Frankreich hat das Holzpflaster überhaupt sich nie die Gunst des Publicums und der Behörden erwerben können, ebenso auch in Oesterreich und den andern civilisirten Ländern mit Ausnahme von Russland, von dessen Eigensinn wir schon im § 127 gesprochen haben.

In England, namentlich in London, dagegen wird noch jetzt nicht ungern ein Holzpflaster angelegt. Hier kann die Feuergefährlichkeit aber keine Bedenken erregen, weil die Londoner Strassen in wenigen Minuten durch die vielfach aufgestellten Hydranten vollständig unter Wasser gesetzt werden können.*)

In London kommen Holzpflasterungen bis zu Steigungen von 29 ‰ — 38 ‰ vor und haben dennoch genügende Verkehrssicherheit.

Die Preise der Londoner Holzbahnen sind in umstehender Tabelle XXXVI, welche der D. Bauzeitung (1877, S. 281) entnommen ist, angegeben. —

Da jedes Holzpflaster ausser den grossen Nachtheilen des Klapprigwerdens infolge der Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen, der kurzen Dauer**) u. s. w. u. s. w. auch noch den grossen Nachtheil hat, dass seine Unterlage für Reparaturen an Gas- und Wasserleitungen, Telegraphenkabeln u. dergl., die ja fast stets unter der Strasse liegen, im Allgemeinen sehr ungünstig ist, so ist es nicht sehr empfehlenswerth, Holzpflasterungen in unsren Städten anzulegen.***)

Es bliebe hiernach nur noch die eine Verwendung dieser Pflasterungen und zwar die für Brückenfahrbahnen welche wir hier noch kurz besprechen wollen.

---

*) Dies kann aber in unsren deutschen Städten — selbst in unsren grösseren — nicht so leicht geschehen, weswegen das Verlegen eines Holzpflasters in engen Strassen mit Holz- oder Fachwerkgebäuden bei uns stets für sehr bedenklich gehalten werden muss! —

**) Selbstverständlich hängt die Haltbarkeit des Holzpflasters nicht nur ab von der Herstellungsweise, sondern auch von den örtlichen Verhältnissen und namentlich von dem Witterungszustande bei der Verlegung.

***) Das Holzpflaster bietet — und darauf möchten wir noch besonders aufmerksam machen — den unter dem Pflaster liegenden Röhren sicheren Schutz gegen Frost, was wieder etwas zu Gunsten des Holzpflasters spricht.

Digitized by Google

Tabelle XXXVI

über Dauer und Kosten von 1 qm Holzpflasterungen verschiedener Construction der Londoner City.

Angabe der Strassen.	1 Dauer. Jahre.	2 Gesammt-Anlage-Kosten. M.	3 Gesammt-Unterhaltungs-Kosten. M.	4 Summe der Kosten. M.	5 Jahres-Kosten (Col. 1.) M.	6 Bemerkungen.
Cornhill	$10^1/_6$	14,5	20,7	35,2	3,46	Die Zahlen sind nach thatsächlich beobachteten, bezw. factisch aufgewendeten Kosten gegeben. Die Strassen sind sämmtlich Hauptadern der City.
	$6^2/_3$	13,7	10,5	24,2	3,63	
Minsing-Lane	$19^1/_{12}$	17,1	15,9	33,0	1,73	
	13	10,9	26,9	37,8	2,91	
Bartholomew-Str.	$12^1/_4$	14,9	20,8	35,7	2,91	
	$5^5/_{12}$	14,9	4,7	19,6	3,62	
King William Street und Ludgate Hill	16	21,4	26,8	48,2	3,01	Die Zahlenangaben beruhen auf contractlich übernommenen Verpflichtungen. — Die Pflaster sind theils auf einer Packlage von Stein, theils auf Concret-Unterbettung, theils auf Bretter-Unterlage gesetzt. Die Grösse der Klötze beträgt von 7,6—19 cm Breite, 16—38 cm Länge und 10—15 cm Tiefe. Das Pflaster in Duke Street wird den Ablauf des Contracts um mehrere Jahre überdauern.
Great Tower Street und Seething Lane	16	19,1	22,3	41,4	2,59	
Duke Street	5	18,2	3,6	21,8	4,36	

Becker sagt hierzu:

„Das Holzpflaster dürfte sich mehr nur für gedeckte Brücken eignen, als für Balkenbrücken, die der Witterung vollständig preisgegeben sind. Selbst das beste Holz, wenn es abwechselnd nass und trocken wird, verliert nach und nach seine ursprüngliche Festigkeit; die Abnutzung der Holzbahn an der Oberfläche muss also um so rascher vor sich gehen, als auch noch durch die Pferde und Fuhrwerke eine Zerstörung des Zusammenhanges der Holzfasern unvermeidlich ist. Hierzu kommt noch der Umstand, dass das Holz je nach dem Grade der Feuchtigkeit schwindet oder aufquillt, somit die Holzwürfel der Bahn einmal zu locker, das andre Mal zu fest werden. Letzteres kann für die Saumschwellen, Geländer, Brüstungen, Pilaster u. s. w. sehr nachtheilig sein."

„Bei gedeckten Brücken sind die Vortheile des Holzpflasters nicht zu verkennen; es bildet eine ebene, etwas elastische Bahn, wodurch etwaige Stösse von den passirenden Fuhrwerken wesentlich gemildert werden; es hat ferner weniger Gewicht als die Beschotterung,*) was grade bei Holzconstructionen, die weit gesprengt sind, von Vortheil ist, und es gewährt eine ziemlich lange Dauer."

Nebst diesem Klotzpflaster kommt noch ein andres Holzpflaster oder — hier richtiger gesagt — ein Bohlenweg vor und zwar, wie wir bereits früher schon bemerkten, zumeist nur bei hölzernen, weniger bei eisernen, niemals (oder doch nur ausnahmsweise) bei steinernen Strassenbrücken. Da nun aber Holzbrücken in unsren Städten nur im Nothfall oder als sogenannte Interimsbrücken hergestellt werden, und zwar:

1) weil ihre Dauer eine verhältnissmässig geringe ist;
2) weil die zu oft nothwendige Reparatur bei verkehrsreicheren Brücken nur störend für diesen regen Verkehr sein muss;
3) weil eine Holzbrücke dem sie beaufsichtigenden Ingenieur zu viel Scherereien macht,**)

*) Nach Heinzerling ist das Gewicht der Brückenbahn, wenn Bohlenbelag von 11 cm Stärke vorhanden, zu 230 kg, wenn Beschotterung von 20 cm Dicke angewendet, zu 540 kg pro Quadratmeter anzunehmen.

**) Es giebt aber auch für einen gewissenhaften Ingenieur, der vielleicht sämmtliche hölzerne Brücken einer grösseren Stadt unter sich hat, nichts

Digitized by Google

so ist es klar, dass auch diese hölzernen Brückenbeläge von Jahr zu Jahr abnehmen werden, umsomehr, als man jetzt selbst hölzerne Brücken vielfach mit einem Steinpflaster versieht, um sich die Beaufsichtigung der Holzbrücke zu erleichtern.

Ferner hat der Holzbelag bei eisernen Brücken einen gefährlichen Concurrenten in dem Eisen, indem man mindestens ebenso gern die eisernen Brücken mit Wellblech, Buckelplatten u. s. w., ja in einzelnen Fällen sogar mit Steinplatten abdeckt.

So sehen wir, dass also alle Holzpflasterungen keine grosse Zukunft haben, und dass man am zweckmässigsten handelt, wenn man überhaupt gar keine Holzpflasterungen in unsren Städten anlegt. Will man aber durchaus ein solches Pflaster herstellen, so dürfte sich nur das Holz-Asphaltpflaster wegen seiner billigeren Herstellung, seiner geringeren Unterhaltungskosten und seiner längeren Dauer empfehlen lassen!

Lästigeres als das fortwährende Untersuchen der Brückenbahn, ob der Bohlenbelag sich noch in gutem Zustande befindet, oder ob hier oder da eine Bohle abgefault oder durchgefahren ist und erneuert werden muss u. s. w. Aus diesem Grunde werden fast alle Ingenieure schon aus Bequemlichkeitsrücksichten stets gegen den Bau einer hölzernen Brücke sein.

Digitized by Google

Neunter Abschnitt.

Bau der Trottoirs, Promenaden, Reitwege, Pracht- und Kaistrassen u. A. m.

§ 133. Die Trottoir-Anlagen.

Wie wir bereits zu verschiedenen Malen in den vorhergehenden Abschnitten bemerkten, werden die Trottoirs neben Fahrstrassen in Städten stets mit Kanten- oder Bordsteinen eingefasst, zu welchen am besten Quader aus Granit oder gutem harten Sandsteine genommen werden. Allgemein üblich ist es, zur Abgrenzung sog. Hochborde d. h. erhöhte Kantensteine anzuordnen, welche 25—35 cm hoch, 15—35 cm breit und 0,5 bis 2,0 m lang und vorne abgeschrägt sind. (Die verschiedenen Formen der Kantensteine siehe § 52.) —

In unsren Städten wird man stets erhöhte Fusswege anlegen:

1) wegen des Schmutzes,
2) weil sich erhöhte Fusswege besser unterhalten lassen,
3) weil die Fuhrwerke dann nicht durch die Gosse auf den Fussweg fahren können.

Die erhöhten Fusswege erhalten eine kreisförmige Wölbung oder ein Seitengefälle nach den Kantensteinen zu, das gewöhnlich 3—6% beträgt — und zwar soll bei glatter und wasserundurchlässiger Beschaffenheit der Trottoir-Oberfläche das Quergefälle mindestens 3% betragen, bei durchlässiger Beschaffenheit wenigstens 4%, um das Tagewasser leicht abzuführen. Hierbei hat man Sorge zu tragen, dass dieses Meteorwasser aber auch leicht über die Kantensteine in die Gossen fliesst. Sehr zweckmässig und

Digitized by Google

empfehlenswerth ist es deshalb, das Trottoir noch etwas höher zu legen als die Kantensteine, und zwar beträgt diese Höherlegung beispielsweise bei den mit Asphaltguss oder Sandsteinplatten belegten Fusswegen 5 — 10 mm. Will man noch einen Schritt weiter gehen, so kann man auch die Bordsteine oben nach der Gosse zu etwas abschrägen, was aber nicht unbedingt nöthig ist. Hiernach ist die Anordnung in Fig. 145a eine sehr

Fig. 145a.

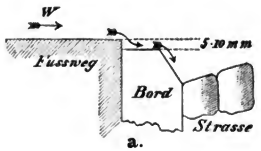
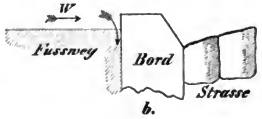


Fig. 145b.



gute, die Anordnung in Fig. 145b dagegen eine sehr schlechte zu nennen und deshalb letztere thunlichst zu vermeiden. (Vergl. auch Fig. 94—100 im § 52.)

Schliesslich sei noch bemerkt, dass es die allgemeine Regel bildet, die Trottoir-Einfassungen an allen Strassenecken abzustumpfen oder abzurunden. (Siehe Anm.: Polizei-Verordnungen u. s. w. § 2. 4.)

Da wir über die Breite der Trottoirs, die sich selbstverständlich in erster Linie nach der zu erwartenden Frequenz richten muss, schon in § 7 die nöthigen Angaben gemacht haben, so können wir nun sofort zur Besprechung der einzelnen Pflasterungssysteme bei Trottoir-Anlagen übergehen.*)

Die Fusswege müssen so hergestellt sein, dass sie nicht nur bei trockener, sondern namentlich auch bei nasser Witterung und bei Frostwetter ohne Schwierigkeit von den Fussgängern

*) Die Polizei-Verordnung, betreffend die Anlage von Trottoirs in Köln a. Rh., schreibt Folgendes vor.

§ 1.

Zur Anlage und Veränderung von Trottoirs bedarf es der Genehmigung der Polizei-Behörde.

§ 2.

Bei allen Neu- und Umpflasterungen von Strassen muss in der Folge nachstehendes Breitenverhältniss der Bankette und Trottoirs zu der ganzen Strasse in Anwendung kommen.

Digitized by Google

benutzt werden können. Ihre Oberfläche ist je nach der Grösse des Verkehres und des Bedürfnisses, sowie auch nach der natür-

Bei einer Strassenbreite						
von	3,6 —4,0	m	eine	Bankettbreite	von	60 cm
„	4,25—5,0	„	„	„	„	60 „
„	5,5 —5,75	„	„	„	„	60 „
„	6,0	„	„	„	„	75 „
„	6,25—6,75	„	„	„	„	90 „
„	7,0	„	„	„	„	105 „
„	7.2	„	„	„	„	120 „
„	7,5	„	„	„	„	135 „
„	8,0 —8,5	„(incl.)	„	„	„	150 „
„	8,75	„	„	„	„	165 „
„	9,0—11,0	„	„	„	„	180 „

Bei Strassenbreiten über 11,0 m, sowie bei Strassen von ungleichen Breiten und solchen, in denen ein Alignement noch nicht durchgeführt ist, wird die Breite der Fussgänger-Banketts resp. der Trottoirs nach Berathung mit der städtischen Behörde durch die Polizei-Behörde besonders festgestellt. —

Die Ausführung der Trottoirs muss nach folgenden Vorschriften stattfinden.

1) Ausdehnung.

a) Das Trottoir muss den ganzen Raum der Bankettfläche zwischen dem Hause resp. der Strassenalignementslinie und der Strassenrinne in der Länge und Breite bedecken.

2) Construction.

b) es muss in seiner ganzen Ausdehnung ein mindestens 15 cm dickes Fundament von hartgebrannten, in Trassmörtel vermauerten Ziegelsteinen erhalten, welches auf einer gehörig eingeebneten und festgestampften Sandschüttung von mindestens 15 cm Stärke gelegt wird. —

Sämmtliche Trottoirsteine müssen von Niedermendiger Basaltlava sein und im besten Trassmörtel nach dem vorgeschriebenen Gefälle verlegt, alle sich zeigenden Fugen auch mit dünnflüssiger Trasspeise sorgfältig ausgegossen werden.

Zur Trottoir-Einfassung sind sogenannte Bordsteine von mindestens 30 cm Breite, 15 cm Höhe und mindestens 90 cm Länge zu verwenden. Die obere Vorderkante muss 12,5 cm über dem Rinnenrand hochliegen und parallel mit demselben laufen, die untere Kante 2,5 cm tief hinter dem Rinnenrand versenkt sein.

Der Plattenbelag der Gangfläche muss aus 7,5 cm dicken Platten von mindestens 0,36 qm Flächeninhalt bestehen und ebenso wie die Bordsteine ein Breitengefälle von etwa 4—5 cm auf jeden Meter erhalten.

Die Strassenrinnen, welche ebenfalls zum Trottoir gehören, müssen aus Niedermendiger Haustein, 30 cm breit, 20 cm hoch und 2,5 cm tief in Stücken von mindestens 0,9 m Länge gefertigt werden.

3) Einschnitte.

Nur an Einfahrten sind Trottoir-Einsenkungen gestattet. Die eingesenkte Fahrbahn muss aus 10 cm starken Platten bestehen und mit einem Breiten-

Digitized by Google

lichen Beschaffenheit des Bodens in genügender Breite mit dem zweckmässigsten Materiale zu befestigen. — Man hat in unsern Städten namentlich folgende Befestigungsarten vorgenommen.

---

gefälle von 6 cm auf jeden laufenden Meter hergestellt werden. Die Vermittlung des Höhenunterschiedes zwischen der Einfahrtseinsenkung und der Gangfläche des Trottoirs muss durch eine flache Abschrägung mit ebenfalls 6 cm auf den laufenden Meter Statt finden.

Wenn bei einer Trottoiranlage oder Veränderung ein Einschnitt angebracht werden soll, so muss dieses unter Beifügung einer speciellen Zeichnung über die projectirte Construction der Anlage in dem betreffenden Baugesuch besonders angegeben werden.

Ueberbrückungen der Rinnen oder Abweichungen von dem vorgeschriebenen Gefällsverhältniss sind unstatthaft.

4) Anschluss.

Der Anschluss des Trottoirs an gepflasterte Banketts geschieht durch Bepflasterung nach denselben Gefällsverhältnissen, wie solche für die Abschrägungen an den Einfahrten bestimmt sind, nämlich 6 cm auf den laufenden Meter. In gleicher Art wird der Höhenunterschied zwischen den nach vorstehender Bestimmung neu anzulegenden Trottoirs und den bereits bestehenden durch geplattete Abschrägungen mit 6 cm Gefälle vermittelt. Der Trottoiranleger muss die im Pflaster oder Trottoir des Nachbars nothwendig werdenden Aenderungen auf seine Kosten mitbewirken.

An allen Strassenecken müssen die Trottoireinfassungen abgestumpft oder abgerundet sein.

5) Röhren.

Die Ableitung des Wassers aus den Dachabfallröhren und aus dem Innern der Häuser muss mittelst Rinnen aus Niedermendiger Haustein oder mittelst Röhren von Gusseisen geschehen, welche in dem einen wie in dem anderen Falle unter der Trottoirfläche herlaufen, 15 cm weit sind und zur leichtern Reinigung an der oberen Seite in der Ebene des Trottoirs mit einem Schlitz von 2 cm Weite versehen sind. Die Rinnen und Röhren müssen eine 15 cm starke Untermauerung von hartgebrannten, in Trassmörtel vermauerten Ziegeln erhalten.

6) Pflastersteine.

Die Pflastersteine, welche sich bei neuen Trottoiranlagen durch das Aufbrechen vorhandener Banketts ergeben, müssen bei städtischen Strassen durch Vermittlung des Stadtbauamts an das städtische Lager, bei fiscalischen Strassen an den Kreisbaumeister abgeliefert werden.

7) Zeit der Ausführung.

Die Anlage der Trottoirs darf nur in der Zeit vom 15. März bis zum 15. November jeden Jahres erfolgen, und es wird für die Beendigung der Anlage in jedem Falle eine besondere Frist bestimmt.

§ 3.

Ausnahmsweise kann auf besonderen Antrag, nach Berathung mit der städtischen Behörde, unter Berücksichtigung der localen Verhältnisse, in jetzt

Digitized by Google

1) Pflasterung aus gut bearbeiteten Steinen.

Dieselbe wird ebenso hergestellt wie die im § 55 besprochenen Reihen- und Würfelpflasterungen, nur dass man für Trottoiranlagen kleinere Steine verwendet und zwar gut bearbeitete Steine mit 7,5 ∼ 12,5 qcm Kopffläche, welche am besten in schrägen Reihen zu setzen sind. Man verwendet gewöhnlich hierzu Granit, Porphyr, Basalt oder Grauwacke, die ein sehr haltbares, aber etwas hartes Pflaster geben, dessen Kosten pro Quadratmeter je nach dem Material, der Grösse und Bearbeitung der Steine zwischen 3 und 6 Mark pro Quadratmeter schwankt.

Dieses Pflaster ist namentlich in Strassen mit starker Frequenz häufig zur Ausführung gekommen.

2) Pflasterung aus unbearbeiteten Steinen.

Diese Pflasterung, welche wie das Schiebepflaster (1. § 57) hergestellt wird und aus kleinen, zerschlagenen Findlingen besteht, ist zwar billig — (denn der Quadratmeter kostet nur 2—3,5 Mark) —, aber nichts destoweniger möglichst selten anzulegen, weil es zu rauh ist, die Stiefelsohlen angreift und bei Frostwetter wegen seiner Glätte leicht gefährlich werden kann. Aus diesem Grunde findet man zumeist dieses Pflaster nur auf untergeordneteren Strassen und Gassen.

---

schon vorhandenen Strassen eine geringere Breite oder Höhe der Trottoirs, als die vorstehend bezeichnete, ferner bei jetzt bestehenden Trottoirs die Einsenkung von 15 cm weiten, an der obern Seite 2 cm weit geschlitzten gusseisernen Röhren, die im Querschnitt ein Rechteck bilden, bis in die Ebene des Trottoirs behufs Ableitung des Wassers aus den Abfallröhren und aus dem Innern der Häuser nachgegeben, auch die Anwendung eines andern Materials für die Gangfläche der Trottoirs und der Einschnitte, sowie für die Strassenrinnen und endlich eine Ueberkragung der Bordsteine über die Strassenrinnen bis zu 10 cm gestattet werden.

Auch bleibt es dem Ermessen der Polizeibehörde nach Berathung mit der städtischen Behörde überlassen, in einzelnen Fällen bei neu anzulegenden Trottoirs zur Erbreiterung derselben eine Ueberkragung über den Rinnstein vorzuschreiben. Eine solche Ueberkragung muss bei bestehenden Trottoirs ausgeführt werden, wenn die Polizeibehörde die Nothwendigkeit der Erbreiterung derselben anerkennt. Bei allen Trottoirs mit Rinnenüberkragung müssen die Einfassungssteine wenigstens 75 cm breit sein, bezw. bei Trottoirs von geringerer Gesammtbreite die ganze Trottoirfläche bedecken u. s. w. —

Digitized by Google

3) Plattenbelag aus Granit- oder Sandstein.

Die Granit- oder Sandsteinplatten werden zu Trottoiranlagen sehr häufig benutzt. Sie haben gewöhnlich eine Stärke von 5—15 cm und eine Grösse von 0,3—2,0 qm.

Ihre Verwendung kann auf dreierlei Weise geschehen, und zwar:

1) belegt man das Trottoir nur mit diesen Platten (nicht so häufig),

2) legt man die Platten in die Mitte des Fussweges und stellt links und rechts davon ein Pflaster aus gut bearbeiteten Steinen her (sehr häufig),

3) legt man die Platten in die Mitte des Fussweges und stellt links und rechts davon ein Pflaster aus unbearbeiteten Steinen her (häufig, aber nicht so empfehlenswerth wie ad 2).

Die Platten werden in ein genügend starkes Kiesbett gelegt, gehörig unterstopft und mit hölzernen Rammen festgestampft. Bei dieser Operation hat man sich bei zur Verwendung kommenden Sandsteinplatten in Acht zu nehmen, dass dieselben durch die Stösse der Ramme nicht beschädigt werden. Im Allmeinen wird man deshalb lieber Granitsteinplatten wählen, die allerdings etwas unbequemer, härter im Begehen und theurer als die Sandsteinplatten sind, aber vor diesen noch den grossen Vorzug haben, dass sie leichter zu reinigen, also sauberer sind und nicht so leicht abgetreten werden, also grössere Dauerhaftigkeit besitzen. Man darf aber die Granitsteinplatten nur auf Strassen mit mässigem Längengefälle verlegen, weil sie im Winter leicht eine gefährliche Glätte erhalten. Auf steilen Strassen wird man daher stets einen Sandsteinbelag anlegen müssen trotz der mehrfachen Nachtheile desselben. —

Am meisten sind die Steinplatten in Verbindung mit den ad 1 und auch ad 2 genannten Steinpflasterungen zur Befestigung der Fusswege verwandt worden. Obwol der Anschluss von unbehauenen Steinen kein guter genannt werden kann, so begegnet man ihm doch in unsren Städten sehr häufig (z. B. selbst in Berlin). Diese Anordnung muss aber thunlichst vermieden werden, weil nur die in der Mitte des Fussweges Gehenden ein angenehmes Pflaster (die Platten), dagegen die Passanten an den beiden Seiten des Trottoirs ein sehr rauhes Pflaster (nämlich die kleinen

Digitized by Google

Findlinge) unter den Füssen haben, was Lästigkeiten im Verkehre hervorrufen muss, indem fast Jedermann bestrebt ist, in der Mitte des Fussweges seinen Weg zu nehmen.

Eine solche Verbindung der Platten und Steinpflasterungen ist beispielsweise auch in den Polizeiverordnungen der Stadt Stettin vorgeschrieben. Hiernach sollen die Trottoirs in einer Breite von 5 m (siehe Normalprofil der Stadt Stettin im § 7) angelegt werden, und in einer Entfernung von 0,9 m von den Bordschwellen oder Kantensteinen die Steinplatten, welche eine Breite von 1,1 m besitzen, beginnen.

Diese Platten sind aus inländischem Granit (aus Schlesien) oder rothem Wesersandstein gebildet, und zwar liegen letztere auf steilen Strassen. Der laufende Meter Trottoir kostet in Stettin 13 M., wenn der Granit, 10 M., wenn der Sandstein Verwendung findet, incl. Verlegen.

Für den laufenden Meter Bordschwellen wird 5 M. bezahlt. Sie bestehen aus schwedischem Granit. —

In Stettin sind rechts und links von den Trottoirplatten auf weniger belebten Strassen Pflasterungen aus Granit-Findlingen gebildet, auf besseren und Hauptstrassen Pflasterungen aus schwedischem Quadrat-Grünstein. —

Allgemein kann man für den Quadratmeter Sandsteinplatten 4—7,5 M., für den Quadratmeter Granitplatten 6—10 M. rechnen.

Der Plattenbelag aus Granit- oder Sandsteinen allein oder in Verbindung mit den oben beschriebenen Steinpflasterungen ist zwar im Verhältniss zu andren Trottoirbelägen etwas theuer, aber im Allgemeinen empfehlenswerth, weil er grosse Dauer besitzt und nur geringe Unterhaltung beansprucht.

4) Pflasterung mit kleinen Steinchen, Mosaikpflaster.

Dieses Mosaikpflaster ist nicht zu verwechseln mit dem ad 10) genannten. Es besteht aus kleinen Steinchen, welche in ein Sand- oder Kiesbett versetzt werden. Die Steinstücke haben gewöhnlich nur eine Kopffläche von $2{,}5 \times 2{,}5$ bis 5×5 cm Seite und bestehen zumeist und am besten aus Marmor, sodann aber auch aus Porphyr und Grauwacke, seltener aus Sand- oder Kalkstein, weil dieses Material eine geringere Dauer hat.

Das Mosaikpflaster ist ein ganz ausgezeichnetes Befestigungsmittel für Fusswege, es ist

Digitized by Google

sicher zu begehen, d. h. es wird im Winter nicht so leicht glatt, es ist dauerhaft, leicht und billig zu unterhalten und wasserdurchlässig, verlangt aber sehr geschickte Arbeiter und für seine Herstellung ziemlich viel Zeit, weswegen es auch verhältnissmässig selten bei Trottoirs in unsren Städten zur Ausführung kommt. (Vergl. auch § 134.)

Das Mosaikpflaster bietet auch dem Auge eine angenehme Abwechselung, indem man durch richtige Zusammenstellung der verschieden gefärbten Steinstückchen reizende Muster bilden kann. Ein solches gemustertes Mosaikpflaster kostet pro Quadratmeter 5—8 M., während ein ungemustertes schon für 3—5 M. hergestellt werden kann.

Ein gutes, dauerhaftes Mosaikpflaster ist nur zu erreichen, wenn man mit grosser Sorgfalt das Sand- oder Kiesbett so vorrichtet, dass später keine Sackungen entstehen können.

5) der Asphaltbelag.

Zu den Fusswegen nimmt man fast ausschliesslich den Asphaltguss (Asphalte coulé), nur selten wendet man das zweite Verfahren an (Asphalte comprimé). Der Untergrund wird aus natürlichem Asphalt, oder aus einer 8—12 cm starken Betonschicht oder aus flachliegenden Backsteinen gebildet (diese letzteren bilden eine weniger empfehlenswerthe Unterlage), auf welchen eine etwa 2 cm starke Asphaltschicht ausgebreitet wird. Der Asphaltbelag ist für Trottoirbefestigungen ganz vorzüglich, weil er sehr dauerhaft ist und sehr billig unterhalten werden kann. Siehe übrigens den ganzen Abschnitt V: „Die Asphaltpflasterungen“ und vergl. § 134.

6) der Cementgussbelag.

Siehe § 107 im Abschnitt VI und vergl. § 134.

7) die Cementplatten.

Siehe § 108 im Abschnitt VI und vergl. § 134.

8) die Klinkerpflasterungen.

Siehe §§ 77 und 78 im Abschnitt IV und vergl. § 134.

9) Pflasterungen mit künstlichen Steinen aus Hohofenschlacken (Iron bricks).

Siehe § 79 im Abschnitt IV und vergl. § 134.

Digitized by Google

10) **Pflasterungen mit Thonfliessen aus der Mosaikfabrik in Mettlach.**
Siehe § 81 im Abschnitt IV und vergl. § 134.

11) **Pflasterungen mit keilförmigen, künstlichen Pflastersteinen nach der Methode von E. Braun.**
Siehe § 80 im Abschnitt IV und vergl. § 134. —

Das Eisen ist unsres Wissens nur in New-York zu Trottoirbelägen benutzt worden (siehe § 118 im Abschnitt VII), ebenso sind nur selten die Fusswege mit Klotzpflasterungen versehen worden; dagegen haben beide — Eisen wie Holz — bei unsren Brückenbelägen sehr oft Verwendung gefunden. (Vergl. die Abschnitte VII und VIII dieses Werkes.)

§ 134. Welches ist die zweckmässigste Trottoirpflasterung?

Ehe wir zur Beantwortung dieser wichtigen Frage schreiten, wollen wir zunächst die Kosten aller Trottoirpflasterungen in folgender Tabelle noch einmal zusammenstellen.

Tabelle XXXVII der Gesammtkosten sämmtlicher Trottoirpflasterungen.

Art des Pflasters	Minimalpreis	Maximalpreis	Durchschnittspreis
	in Reichsmark pro qm.		
1) Pflasterung aus gut bearbeiteten Steinen	3	6	4,50
2) Pflasterung aus unbearbeiteten Steinen .	2	3,5	2,75
3) Plattenbelag aus Granit	6	10	8
4) Plattenbelag aus Sand- oder Kalksteinen	4	7,5	5,75
5) Mosaikpflaster	3	8	5,5
6) Asphaltbelag	5	7	6
7) Cementgussbelag	4	6	5
8) Cementbeton-Plattenbelag	4	5	4,5
9) Klinkerpflasterung oder Pflaster mit theergetränkten Ziegelsteinen	6	8	7
10) Hohofenschlackenpflasterung (Iron bricks)	6	8	7
11) Mosaikpflaster aus Mettlacher Thonfliessen	7	9	8
12) Künstliche Pflastersteine mit Keilform .	4,5	6	5,25

Digitized by Google

Wenn wir lediglich nach den Herstellungskosten eine Wahl treffen wollten, so müssten wir hier die Pflasterung ad 2) bei unsren Trottoiranlagen zur Ausführung bringen, weil sie die billigste ist. Dann würden wir aber einen sehr grossen Fehler begehen, weil — wie wir im vorigen Paragraphen schon mehrfach bemerkten — die Trottoirs aus zerschlagenen Findlingen oder Feldsteinen für die Passanten eine Qual sind und im Winter wegen ihrer Glätte gradezu gefährlich werden können.

Nächst diesem wäre die Pflasterung aus gut bearbeiteten Steinen und der Cementbeton-Plattenbelag der billigste. Da beide Pflasterungssysteme nicht schlecht sind, so können sie bei der Wahl sehr wol in Frage kommen.

Hierauf käme dem Herstellungspreise nach der Cementguss, welcher aber nicht so gut wie der Cementbeton-Plattenbelag und deshalb concurrenzunfähig ist.

Ueber das nun folgende Pflaster aus patentirten künstlichen Pflastersteinen nach der Methode von E. Braun fehlen bis jetzt noch entscheidende Erfahrungen, da grössere Versuche mit dieser Pflasterung unsres Wissens bisher noch nicht angestellt worden sind. Wir können es deshalb bei der Wahl des zweckmässigsten Trottoirpflasters nicht berücksichtigen.

Ihm fast gleich im Preise kommt das Mosaikpflaster aus kleinen, natürlichen Steinstücken, ein Trottoir, das im Allgemeinen allen Anforderungen genügen könnte. Aber es hat auch seine Uebelstände, weil es gar zu leicht versackt, und sich dann Unebenheiten oder Mulden an der Oberfläche bilden, ferner weil es nur gut geschulte Arbeiter zusammensetzen können, endlich weil seine Herstellung geraume Zeit in Anpruch nimmt. Deswegen wird es nicht oft erbaut werden.

Wieder ein klein wenig theurer ist der Plattenbelag aus Sand- oder auch Kalksteinen. Dieselben haben aber den grossen Nachtheil, dass sie sich zu leicht auslaufen und dann Mulden bilden, in denen das Tagewasser stehen bleibt.

Nun käme der Asphaltbelag, welcher bei guter Materialbeschaffenheit ein ganz ausgezeichnetes Trottoirpflaster bildet, grosse Dauer besitzt, leichte Reinigung gestattet, geringe Unterhaltung beansprucht, ein sicheres, angenehmes Begehen gewährt. Dasselbe wird also auf die engere Wahl gestellt werden müssen.

Digitized by Google

Jetzt folgen die Klinker- und die Hohofenschlackenpflasterungen, welche zwar manche Vorzüge besitzen, aber nicht beständig genug in ihrer Lage und nun doch schon zu theuer sind, um Berücksichtigung bei der Wahl zu verdienen.

Dasselbe gilt von den Thonfliessenpflasterungen der Mettlacher (oder auch Sinziger oder Ottweiler) Mosaikfabrik.

Endlich als das theuerste Pflasterungssystem bleibt der Granit-Plattenbelag, der ausserdem noch wegen seiner gefährlichen Glätte im Winter keine sehr rationelle Trottoir-Befestigung genannt werden kann.

Wie wir also sehen, bleiben von allen 12 Pflasterungssystemen nicht viel übrig, zwischen denen die Wahl statt zu finden hat, nämlich:

1) die Pflasterung aus gut gearbeiteten Steinen,
2) der Cementbeton-Plattenbelag,
3) das Mosaikpflaster aus natürlichen Steinen und
4) der Asphaltbelag.

Das erste Pflaster ist etwas hart, das zweite nur dann gut, wenn es gut unterstopft ist, so dass nicht so leicht Risse entstehen können, das dritte sackt leicht, das vierte dagegen zeigt keinen von diesen Uebelständen.

Wenn wir also rationell unsre Fusswege befestigen wollen, so werden wir stets ein **Guss-Asphaltpflaster** von guter Materialbeschaffenheit herstellen, dessen Vorzüge so bedeutend sind, dass alle seine etwaigen Nachtheile ihnen gegenüber verschwinden!

Aus diesem Grunde wird auch in fast allen grösseren Städten bereits der Anfang gemacht, das Asphaltpflaster ganz allgemein einzuführen. In Berlin, Hamburg, Köln u. s. w. wird die Anlage von Asphalttrottoirs warm empfohlen, ja in Hannover beispielsweise wird fast ausschliesslich zur Befestigung der Trottoirs der Asphalt (aus den Limmer- und Vorwohler Grubenfeldern) verwendet und nur ausnahmsweise ein Sandsteinplatten-Belag (aus Deister Sandsteinen) angeordnet. — —

(Reinigung und Unterhaltung der Trottoirs siehe § 137.)

Digitized by Google

§ 135. Die Anlage der Promenaden.

Die breiteren Fusswege in Haupt- und Prachtstrassen (s. § 140), die Wege auf bepflanzten Plätzen, in Parks u. s. w. nennt man bekanntlich Promenaden. Man wird sie im Allgemeinen grade wie die schmaleren Fusswege — die Trottoirs — zu befestigen haben.

Abweichend von diesen Befestigungsarten wird bei den Promenaden sehr gern folgendes Pflasterungssystem zur Ausführung gebracht.

Auf den gut vorgerichteten Strassenuntergrund wird eine 5—7,5 cm starke Unterbettung, welche am besten aus klein zerschlagenen Ziegelsteinen oder Hohofenschlacken oder auch natürlichen Steinen besteht, aufgetragen und durch Walzen nothdürftig comprimirt, indem man pulverisirten Thon als Bestreuungsmittel verwendet. (Diese Unterbettung ist deshalb sehr empfehlenswerth, weil sie die Feuchtigkeit sehr gut aufsaugt, so dass die Promenadenoberfläche nach einem Regen sehr bald wieder trocken ist, was bei allen Fusswegen sehr erwünscht ist.)

Auf diese Unterbettung wird nun eine Schicht Kies von etwa 2—4 cm Stärke aufgebracht und durch kleine Handwalzen gedichtet. Dann ist die Promenade fertig und kann dem Verkehre sofort übergeben werden.*)

In manchen Fällen begnügt man sich auch wol mit einer Kiesdecke, die in genügender Stärke direct auf dem Strassenuntergrund ohne besondere Unterbettung ausgebreitet wird. Allein diese Herstellungsweise der Promenaden kann nicht als rationell empfohlen werden, weil das Tagewasser durch die wasserdurchlässige Kiesschicht in den Strassenuntergrund einsickert und diesen erweicht, wenn die, jede Feuchtigkeit gut absorbirende Unterbettung fehlt.

---

*) Nach § 178 der „Technischen Anweisungen" kann man auch auf folgende Weise einen stark betretenen Fussweg von grosser Festigkeit herstellen. Man bildet eine 7,5—10 cm starke, gut verzwickte und geebnete Unterlage von Ziegelbrocken und gleicht die Unebenheiten der Oberfläche ab mit einer 30—50 cm starken Lage einer Mischung von Lehm, Steinkohlenasche und etwas Hammerschlag, welche gut durchgearbeitet sein muss; endlich bringt man eine 2—2,5 cm starke Lage Kies darüber, welche man mit Stampfen oder Handwalzen etwas dichtet oder vom Publicum festtreten lässt. —

Digitized by Google

Diese Befestigung der Promenaden ist also schlecht, aber immer noch bei Weitem besser, als wenn man gar keine Kiesschicht aufträgt und sich vielleicht nur damit begnügt, den Erdboden zu planiren und etwas festzustampfen oder durch die Fussgänger festtreten zu lassen. Bei eintretendem Regen- oder Thauwetter wird solcher Fussweg breiweich und ist dann natürlich nicht zu passiren. —

Zweckmässig wird man jedem Kieswege ein Seitengefälle von etwa 6 — 8% geben, damit möglichst viel Wasser schon oberhalb fortgeführt wird. —

Ausser dieser Pflasterung sind bei den Promenaden namentlich noch folgende Systeme sehr viel zur Ausführung gekommen: das Mosaikpflaster aus kleinen, natürlichen Steinen, der Cementgussbelag und der Cementbeton-Plattenbelag, und zwar erhalten alle diese hier am zweckmässigsten eine etwa 5 cm starke Schüttung aus Kies, der etwas thonige Bestandtheile enthält.

Weniger oft sind die Promenaden mit einem Gussasphaltpflaster bisher versehen worden, obwol dieses Pflasterungssystem auch hier ganz zweckmässig anzulegen wäre.

(S. auch §§ 141 und 137: Reinigung und Unterhaltung der Promenaden.)

§ 136. Die Herstellung der Reitwege.

Die Reitwege stellt man gewöhnlich in einer Breite von 2,5 m bis 5,0 m her und legt dieselben um etwa 10—12 cm erhöht und mit Kantenstein-Einfassungen gegen die parallel mit ihm laufende Strassenfahrbahn an.

In untergeordneteren Fällen genügt zur Bildung des Reitweges eine Schüttung aus dem gewöhnlichen, feinkörnigen Sand. Will man einen besseren Reitweg erhalten, so wird statt des gewöhnlichen Sandes grobkörniger Sand oder auch Kies auf den Strassenuntergrund geschüttet. Der grosse Nachtheil dieser sehr einfachen Herstellungsweisen ist aber der, dass sich im Sommer bei trocknem Wetter zu viel Staub bildet, welcher den Verkehr auf der ganzen Strasse selbstredend sehr belästigt weil eine selbst fleissige Besprengung gewöhnlich von keinem oder nur geringem Erfolge ist.

Digitized by Google

Aus diesem Grunde hat man beispielsweise in Hamburg*) Versuche gemacht mit einer Mischung von Ziegelbrocken — Bauschutt — mit Kies, aber gefunden, „dass Reitwege aus diesem Materiale zwar viel weniger staubig sind als solche aus Sand und Kies, dass sie andrerseits aber nicht den Anforderungen entsprechen, welche man im Interesse der Schonung der Pferde zu stellen hat, da sie in der Oberfläche zu uneben werden, und die Hufe der Thiere dann leiden."

Man wird also den Reitweg besser doch aus einer Kiesschicht auf Schotterunterlage herstellen. —

In Wien hat man in neuester Zeit auch eine andre Herstellungsweise versucht. Man bildet dort einen Erdkasten von 17—20 cm Tiefe und breitet auf dessen Sohle eine Kiesschicht (grober Kies oder Schotter) aus von etwa 7 cm Stärke (bis zu $^1/_3$ der Höhe des Erdkastens); die noch übrig bleibenden 10—13 cm (also etwa $^2/_3$ der Tiefe) werden mit einer innigen Mischung von Gerberlohe (Abfällen), Sägespähnen und feinem Kies ausgefüllt. (Die drei genannten Materialien sind hierbei zu gleichen Raumtheilen zu mengen.) — Wenn man bei trockener Jahreszeit öftere Sprengungen vornimmt, so soll sich dieser Reitweg ganz gut halten, wie man uns versichert. —

§ 137. Reinigung und Unterhaltung der Trottoirs, Promenaden und Reitwege.

Die Reinigung der Trottoirs**) besteht in der Beseitigung des Schmutzes, Schnees und Eises. Die Beseitigung des Schmutzes wird weniger grosse Sorgfalt erheischen, weil sich auf gut befestigten und mit genügendem

*) Siehe: Deutsche Bauzeitung, 1876, S. 282.

**) In jeder Stadt ist die Reinigung der Trottoirs durch polizeiliche Vorschriften den Grundstücksbesitzern anbefohlen. Um wenigstens eine Probe von solchen Verordnungen zu geben, die jeder gehorsame Bürger nicht nur kennen, sondern auch im Interesse des Gemeinwohles befolgen muss, wollen wir hier die uns besonders interessirenden Paragraphen der betreffenden Polizeiverordnung von Berlin folgen lassen. Im Voraus wollen wir noch bemerken, dass die Trottoirs in Berlin zum grössten Theile mit natürlichem Steinpflaster versehen sind, in dessen Mitte Granitplatten gelegen.

(§ 88.) Bei eintretender Winterglätte müssen die Bürgersteige, Granitbahnen und Rinnsteinbrücken mit Sand, Asche oder anderm abstumpfenden Materiale bestreut werden. Das Streuen hat so zu geschehen, dass während

Digitized by Google

Seitengefälle angelegten Trottoirs grössere Schmutzmassen, die durch Vermengung der atmosphärischen Niederschläge mit dem Staube entstehen, nicht bilden werden. Entsteht aber trotzdem auf dem Fusswege eine grössere Schmutzmenge, durch welche die Spaziergänger belästigt werden, und der Fussweg ungangbar wird, so ist dieselbe durch Kehren oder Spülen — je nach der Befestigungsart des Trottoirs — zu beseitigen.

Hauptsächlich wird aber die Reinigung der Trottoirs nur in den Wintermonaten vorzunehmen sein und nur die Beseitigung der Schnee- und Eismassen umfassen, welche mit den im § 45 aufgeführten Geräthen ausgeführt wird. Ferner sind

---

der Stunden von Morgens 7 bis Abends 10 Uhr der Entstehung gefahrbringender Glätte vollständig vorgebeugt wird.

Die Verpflichtung zum Streuen liegt den Besitzern derjenigen Grundstücke ob, soweit dieselben an die öffentliche Strasse grenzen.

(§ 89.) Auf Granitbahnen, Bürgersteigen und allen sonstigen, ausschliesslich für Fussgänger bestimmten Wegen haben Personen, welche Wasser oder andre gefrierbare Flüssigkeiten in offenen Gefässen fortschaffen, bei Frostwetter sich auf dem Fahrdamme, und zwar an der linken Seite hart am Rinnsteine zu halten.

(§ 112.) In den Stunden von Morgens 7 bis Abends 8 Uhr müssen Bürgersteige und Rinnsteinbrücken frei von Eis und Schnee sein.

Die Verpflichtung zur Abräumung des Eises und Schnees liegt den Besitzern derjenigen Grundstücke ob, welche an die öffentliche Strasse grenzen und erstreckt sich für den Einzelnen auf die ganze Ausdehnung dieses Grenzzuges.

Der Abraum kann auf den Fahrdamm geschafft werden, darf dort aber nur längs des Rinnsteines bis auf etwa 1 m Entfernung von dem Borde niedergelegt werden. Dabei müssen die Rinnsteine selbst, die Rinnsteinbohlen, die Einflussöffnungen der Strassencanäle und die Wasserstocksdeckel der Wasserleitung frei bleiben. Auch dürfen die Durchstiche nicht verschüttet werden, welche in die an den Rinnsteingefällen zum Schutze gegen schleuderndes Fuhrwerk stehen bleibenden Schleuderkanten gemacht zu werden pflegen.

(§ 113.) Ist durch Benutzung der öffentlichen Strasse zum Lagern oder Hin- und Herschaffen von Waaren und Materialien, zum Zerkleinern des Brennholzes, zur Abfuhr von Dünger u. s. w., oder durch Leckwerden oder Zerbrechen von Gefässen die Strasse verunreinigt worden, so muss dieselbe sofort wieder besenrein hergestellt werden.

(§ 114.) Tritt der Fall ein, dass in Folge aussergewöhnlicher Witterungsverhältnisse die Mittel der öffentlichen Strassenreinigungsanstalt nicht ausreichen, um die Reinigung der Strassen gehörig zu bewirken, so sind die Grundstücksbesitzer verpflichtet, auf polizeiliches Ersuchen die Strassenreinigung in der polizeilich zu bestimmenden Frist und Ausdehnung bewirken zu lassen u. s. w. u. s. w.

Digitized by Google

im Winter die Fusswege gangbar zu machen, indem man ihre gefährliche Glätte durch Bestreuen mit geeignetem Materiale beseitigt. (Vergl. die Anmerkg. dieses Paragraphen.)

Die Unterhaltung und Reparatur der mit Steinpflasterungen versehenen Fusswege ist nach den, in den §§ 82 und 83 angegebenen Regeln vorzunehmen. Die mit einem andren Pflaster befestigten Trottoirs werden unterhalten und reparirt nach den, bei ausführlicher Besprechung dieser Pflasterungssysteme von uns gemachten Angaben, d. h. bei eingetretenen Sackungen wird eine Regulirung des Untergrundes oder der Unterbettung vorgenommen, entstandene Mulden und Unebenheiten der Oberfläche werden beseitigt, schadhafte Stellen im Pflaster ausgebessert, zerstörte Steine durch neue ersetzt u. s. w.

Ebenso wird im Allgemeinen bei der Unterhaltung, Reparatur und Reinigung der Promenaden verfahren, weil diese oftmals in derselben Weise wie die Trottoirs befestigt sind. Sind die Promenaden jedoch mit einem Kiespflaster (nach § 135) versehen, so wird nach Ablauf einer gewissen Zeit — vielleicht eines Jahres — eine neue Kiesdecke aufgebracht und durch Stampfen oder Walzen gedichtet, und gewöhnlich zweimal im Jahre die Promenade von allen Gräsern und Pflanzen gereinigt, die sich etwa auf derselben angesiedelt haben sollten, damit das Regenwasser ohne jedes Hinderniss nach der Seite in die Gosse abfliessen kann. Ist keine Gosse vorhanden, also z. B. in Parkanlagen, so werden in Entfernungen von etwa 10 m auf beiden Seiten des Weges kleine Gruben abgeschrägt hergestellt, in welche dann das oberhalb abfliessende Meteorwasser hineinläuft. Ferner wird, wo es sich als nothwendig herausstellt, das ursprüngliche Querprofil wieder hergestellt.

Die Reitwege werden nach denselben Grundsätzen unterhalten. Hier bilden Erneuerung der Kiesdecke und Auflockern des Bodens im Frühjahre durch besonders dazu eingerichtete Pflüge und Eggen die wesentlichsten Unterhaltungsarbeiten.

§ 138. Die Baumpflanzungen.

Die früher sehr übliche Manier, Bäume auf die Trottoirs — also dicht vor die Häuser zu setzen, ist nicht empfehlenswerth, weil die Bäume, sobald sie in die Höhe und Breite geschossen sind, den Wohnräumen Licht und

Digitized by Google

Luft entziehen, diese zwei so wichtigen Factoren der Gesundheit der Menschen und Thiere. Die Bäume erschweren aber auch die architektonische Würdigung der Gebäude, so dass sie zum Mindesten in einer Entfernung von 10—12 m von den Häuserfronten gestellt werden müssen, damit Nutzen und Annehmlichkeit möglichst unvermindert zur Geltung kommen können. Diese Stellung der Baumreihen entspricht einer Gesammt-Strassenbreite von etwa 30 m; in Strassen von einer geringeren Breite sollte man zweckmässig keine Bäume zu beiden Seiten der Fahrbahn pflanzen.

Am rationellsten ist es, wenn man bei breiten Strassen in der Mitte eine Promenade (vergl. § 140) anlegt, die man dann mit Bäumen einfasst.

Die Bäume werden in Abständen von 5—6 m und mehr von einander gesetzt. Bei zwei Baumreihen setzt man die Bäume entweder rechtwinklig einander gegenüber — dies ist häufiger der Fall — oder man setzt sie kleeblattartig, was entschieden besser ist, weil sich dann die Bäume am allerwenigsten in der Ausbreitung hindern. Sie stehen gewöhnlich $^1/_2$—2 m von den Bordsteinen entfernt.

Die §§ 280—294 der Hannov. Instruction schreiben Folgendes vor:

Im Frühjahre, sobald die Nachtfröste aufhören und die Erde trocken und locker ist, wird mit der Pflanzung begonnen. Es werden die Stangen in vorgeschriebener Linie so eingetrieben, dass sie vor dem Winde, also in der Regel westlich vor den Bäumen stehen.

Die Pflanzlöcher werden in Baumgruben von etwa 45 cm Durchmesser und 30 cm Tiefe, sonst von 70—75 cm Durchmesser und 50—60 cm tief ausgehoben.

Vor dem Einpflanzen werden die Wurzelkronen beschnitten, es werden die Pfahl- und kreuzende Wurzeln fortgenommen, die beschädigten gekürzt.

Nun setzt man die Bäume etwa 2—5 cm von den Stangen entfernt in die Gruben, breitet die Wurzel radial aus, bis die Wurzelkrone in der Oberkante liegt, und bedeckt sie unter leichtem, vorsichtigem Aufziehen mit lockerer Erde. (Das sehr beliebte Festtreten der Erde ist nicht so gut.)

Da die Oberkante der Wurzelkrone mit der Bodenfläche in gleicher Höhe liegen soll, so müssen die Bäume so weit überhöht gesetzt werden, wie sie sich muthmasslich senken werden.

Digitized by Google

Die neugepflanzten Bäume werden durch langsames Eingiessen eingeschlämmt.

Die Stangen können mit Gastheer angestrichen werden, dagegen sind die Baumstämme sorgfältig vor Beschmutzung mit Gastheer zu bewahren.

Die Bäume werden vorläufig an die Stange lose mit einer Bindeweide gebunden, welche am Stamm um die Sackung überhöht liegt. Hat sich der Baum vollständig gesenkt, so wird er mit mindestens 3 Bändern in gleichen Abständen vom Boden auf an der Stange befestigt.

Diese Bänder bestehen aus Bindeweiden, welche mit ausgeschüttetem und angefeuchtetem Langstroh zusammengedreht sind und einen Durchmesser von etwa 10—15 mm in der Regel besitzen. Diese Bänder werden zwischen der Stange und dem Stamm gekreuzt.

Die Fläche der Baumgruben wird nun geebnet und die Baumscheibe durch einen Erdrand gebildet.

Alle die im Triebe zurückbleibenden Bäume werden bei anhaltender Dürre fleissig des Abends begossen. —

Die städtischen Strassen werden aus naheliegenden Gründen fast niemals mit Obstbäumen bepflanzt, sondern namentlich mit folgenden Waldbäumen:

1) auf thonigem, fettlehmigem und kalkigem Boden: Ahorn, Eschen, Linden, Kastanien, Eichen und Buchen;
2) auf gleichem, aber melirtem, trocknem Boden: Birken, Vogelbeeren, Linden, Ahorn, Ulmen, Kastanien;
3) auf lehmigem, besserem Sandboden: Birken, Vogelbeeren und canadische Pappeln;
4) auf demselben Boden in etwas feuchter Lage: die Schwarzpappeln (besonders in Inundationsfeldern).*)
5) auf Moorboden (seltener in Städten): Erlen, Eschen, Birken und Vogelbeeren.

Von Einigen wird unter den Waldbäumen vor Allem auch die Akazie empfohlen wegen ihrer Zierde und Blüthenpracht.

So weit die Instruction.

*) Italienische Pappeln sind nicht so nutzenbringend. v. Kaven bemerkt hierzu (S. 273, Anm. 1): „Pappeln werden oft durch übermässige Ausbreitung der Wurzeln den anstossenden Grundstücken, Gärten u. s. w. unbequem, besonders gilt dies von der italienischen Pappel.“ —

Digitized by Google

Die Bäume in unsren Städten haben stets drei Feinde, welche ihr Wachsthum erschweren oder sie gar gänzlich zerstören, und das sind:

1) das Leuchtgas, welches aus undicht gewordenen Rohrleitungen in die Erde strömt und durch die Baumwurzeln dem Baume zugeführt wird;
2) der Mangel an Feuchtigkeit, hervorgerufen durch die indirecte Drainirung Seitens der Röhrennetze (namentlich der Entwässerungsanlagen), durch den Luftzug in gradlinigen Strassen und endlich durch den Reflex der Häuserwände;
3) die Rohheit und der Uebermuth der Bevölkerung, vorzugsweise der Jugend.

Als Schutz hiergegen hat man namentlich rings um jeden Baum ein Stück der Erdoberfläche gelockert und gegen die Umgebung eingefasst, um das Leuchtgas von den Baumwurzeln abzuhalten; — hat man ferner künstliche unterirdische Bewässerung, fleissiges Begiessen, Düngen und Auflockern der Baumgrube vorgenommen, um dem Baume genügende Feuchtigkeit zu verschaffen; — hat man endlich jeden Baumstamm mit einem Eisengitter umgeben, um dem Pöbel das Beschneiden u. s. w. nicht so leicht möglich zu machen.

Aber alle diese Vorsichtsmassregeln sind gewöhnlich nicht ausreichend, so dass es sich mehr empfiehlt, die Bäume in den Strassen ganz fortzulassen und sie dafür auf die Plätze zu setzen; noch besser wäre es, wenn man bei breiten Strassen die Häuser mit Vorgärten versieht, in denen dann fleissig Bäume gepflanzt werden könnten.

Wie und wo man nun auch Baumreihen pflanzen will, stets hat man dafür Sorge zu tragen, dass die Gasröhren so weit von denselben entfernt liegen, dass das etwa ausströmende Gas dem Baumwuchs keinen Schaden mehr bereiten kann. Man nimmt allgemein an, dass eine Entfernung von 8—10 m genügt. —

§ 139. Die Einfriedigungen.

Einfriedigungen der ganzen Strasse kommen nur selten in unsren Städten vor und sind nur dann unbedingt anzulegen, wenn die Strasse an einem Gewässer liegt und hohe Ufer hat.

Digitized by Google

Einfriedigungen der Trottoirs, Promenaden, Plätze und Parks sind dagegen häufiger, so dass wir im Folgenden die gebräuchlichsten Schutzvorrichtungen kurz besprechen wollen.

Zur Einfriedigung der ganzen Strasse werden namentlich Hecken und Prellsteine angelegt, doch kommen sie auch beim Schutze der Trottoirs u. s. w. nicht selten zur Verwendung.

1) die Hecken; nur empfehlenswerth auf stärker ansteigenden Strassen mit freier, luftiger Lage.

Sie bestehen aus kräftigen, gesunden und mit guten Wurzeln versehenen Pflänzlingen, welche im ersten Jahre der Pflanzung unbeschnitten bleiben, damit sie gehörig anwachsen können. Man schneidet sie aber im zweiten Jahre etwa 20 cm über der Erde ab, damit sie mehr Zweige bekommen und buschiger werden. Die Pflänzlinge werden etwa 45 cm von dem Strassenrande in einen 25 cm breiten und 30 cm tiefen Graben versetzt. Man rechnet auf den laufenden Meter etwa 8—12 Pflänzlinge. Ist der Boden gut, so verwendet man zu diesen Buschpflanzungen besonders Weiss- und Schwarzdorn und die Buche; bei schlechtem Boden nimmt man dagegen besser die Haselnuss, Birke, Eller, Zwergeiche und Weide; die letztere giebt aber der Strasse kein vortheilhaftes Aussehen.

2) die Prellsteine; sehr häufig zum Schutze des Verkehrs angelegt.

Hierzu verwendet man rohe, unbearbeitete Felsstücke oder besser schön bearbeitete Quader, welche in Entfernungen von etwa 2,5—8,0 m stehen und 30—40 cm und mehr hoch sind.

3) die Prellsteine mit Eisenstäben; zur Einfriedigung der Trottoirs und Plätze namentlich in früheren Zeiten sehr häufig benutzt.

Wählt man diese Anordnung, die übrigens kostspielig ist, so hat man Prellsteine von 1—1,2 m Höhe über dem Terrain zu verwenden, die unten in der Ebene der Erde einen Durchmesser von etwa 30 cm besitzen, dagegen oben an der Spitze einen Durchmesser von nur 20—25 cm haben, also sich nach oben hin etwas verjüngen. Diese gut bearbeiteten, runden oder quadratischen Quadersteine stehen in Entfernungen von 2,5 — 3 m von einander und sind durch Eisenstangen von quadratischem oder rundem Querschnitte mit einander verbunden. Alle 10 — 20 m (je nach der Grösse

Digitized by Google

des Verkehres) stellt man zwei Prellsteine etwas näher zusammen — ungefähr 1,2—1,5 m weit — und lässt die verbindende Eisenstange fort, damit das Publicum einen kleinen Durchgang von dem Trottoir nach dem Fahrdamm oder der andern Seite der Strasse erhält. Solche Einfriedigungen kommen wol in fast jeder älteren Stadt vor und sind auch jetzt noch ganz gut anzuordnen, wenn es die finanziellen Verhältnisse gestatten.

4) das Holzgeländer.

Es besteht — wie bekannt — aus entborkten runden Pfosten oder bearbeiteten Ständern mit quadratischem Querschnitte, welche aus hartem Holze gearbeitet und von einander in einer Entfernung von etwa 2,5 m in die Erde gesetzt sind. Oben werden sie mit einem runden oder quadratischen Holme aus Holz und in der Mitte gewöhnlich noch mit Querriegeln verbunden.

Dieses Geländer, das fast stets mit einem Oelfarbenanstriche versehen wird, ist nicht so gut als:

5) das Eisengeländer, welches bekanntlich in mannigfacher Weise construirt wird und der Kosten wegen am besten aus Gusseisen, nicht aus Schmiedeeisen besteht.

Beide Geländer finden vorzugsweise auf Brücken Verwendung.

Andre Schutzvorrichtungen kommen in unsren Städten wol weniger vor.

§ 140. Die Ruheplätze.

Auf breiten Promenaden, auf Plätzen und in Parks, bei Monumenten, Statuen u. s. w. werden Ruheplätze angeordnet d. h. Bänke aufgestellt, die am besten keine Lehne besitzen, 45—50 cm über der Erdoberfläche liegen, ein Sitzbrett von etwa 38—45 cm Breite und 1,5—3 m Länge haben, und aus Holz oder Stein oder aus einer Verbindung von beiden, auch aus Holz mit Gusseisenpfosten bestehen; letzteres ist nicht so empfehlenswerth.

Die einfachste Ruhebank besteht aus einem abgesägten Baumstamm oder aus zwei Baumstämmen, die mit einem Holzbrett oder mit hölzernen Latten verbunden sind, welche gewöhnlich mit grüner Oelfarbe angestrichen werden. Ferner hat man Pfosten aus Stein mit hölzernen Brettern verbunden oder mit einer Sandsteinplatte überdeckt. (Die verschiedenen Constructionen sind so bekannt, dass wir uns wol mit diesen kurzen Angaben begnügen können.)

Digitized by Google

§ 141. Die Prachtstrassen (Boulevards).

Wir wollen hier die Profile einiger Hauptverkehrsstrassen von Berlin, Brüssel, Budapest und Paris näher beschreiben und die Skizzen dazu geben, um dem geschätzten Leser einige Musteranordnungen vor Augen zu führen, welche ihm bei neu anzulegenden Prachtstrassen gewiss manchen guten Dienst leisten können.

Fig. 146 zeigt das Profil der bekannten Strasse „Unter den Linden“ in Berlin. Dieselbe ist 64,2 m breit und besteht aus einer 17 m breiten Promenade, an die links ein Reitweg und rechts eine Fahrbahn von je 6 m stösst, die durch ein 1,6 m breites und mit Bäumen bepflanztes Bankett von einer 10 m breiten Fahrstrasse getrennt sind, auf welche ein 6 m breites Trottoir folgt. Die Fahrdämme sind fast durchweg mit einer Würfelsteinpflasterung versehen. —

Fig. 147 zeigt den Durchschnitt einer Ringstrasse in Brüssel, des „Boulevard de Waterloo“, welcher aus einer Mittelpromenade von 32 m besteht, welche rechts von einer 12 m breiten Fahrstrasse begrenzt wird, an die ein 3 m breites Trottoir stösst. Links von der sehr breiten Promenade kommt zunächst eine 12 m breite Steinschlagbahn, darauf nochmals eine, mit zwei Baumreihen bepflanzte, 9 m breite Promenade (oder Reitweg?), welche von einer 9 m breiten Steinbahn, auf welcher sich zwei Pferdebahngeleise befinden, begrenzt wird, an die endlich wiederum ein 3 m breites Trottoir stösst.

Fig. 148 A und B zeigt zwei ganz neue Strassenprofile der Stadt Budapest, zu welchen Herr Julius Seefehlner in Budapest (s. Deutsche Bauzeitung 1877, S. 115, der diese beiden Figuren entnommen sind) Folgendes bemerkt:

„Die einzelnen Profile der im Ganzen ziemlich breit angelegten Strassen wurden nach dem Localbedürfniss und nach der angegebenen Eintheilung ungleich entworfen. Das Profil einer Strasse der I. Classe mit einer hervorragenden Bedeutung zeigt Fig. 148 A, in welchem auch die zweigeleisigen Pferdebahnanlagen erscheinen. Eine Luxusstrasse 1. Ranges soll die Radialstrasse werden, welche nach der Länge in drei Theile zerlegt wird. Im ersten Theil, wo nur drei oder vierstöckige Häuser gebaut werden dürfen, kam das Profil Fig. A zur Ausführung, nur mit dem Unterschiede, dass die Pferdebahn

Digitized by Google

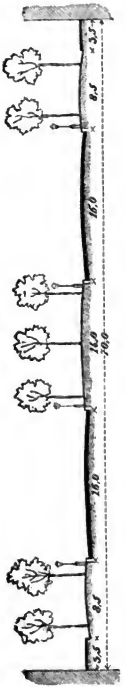
Fig. 146.

Fig. 147.

Fig. 148 A.

Fig. 148 B.

Fig. 149.



Digitized by Google

entfällt und das Pflasterungsmaterial ein von dem vorigen verschiedenes ist. Bei der zweiten Strecke, in welcher nur 2 Stock hohe Bauten zugelassen werden, wurde das Profil Fig. B angewendet; endlich bei der letzten Strecke, an welcher nur einstöckige Villen errichtet werden sollen, bleibt das Profil unverändert, nur sind beiläufig 12 m breite Vorgärten anzulegen.

Die Gasleitungen liegen in beiden Profilen unter dem Profiltheile *a*, hingegen die Wasserleitungsröhren und Canäle unter *b*, so dass der meist befahrene und kostspielige Theil der Strassen in Folge von unvermeidlichen Reparaturen dieser Anlagen nicht unnöthig unterwühlt zu werden braucht. (Diese Anordnung ist sehr gut und kann nicht dringend genug empfohlen werden! — Der Verf.)

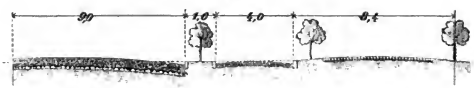
In den breiteren Strassen ist am Trottoir entlang eine Baumreihe gestellt, welche am Boden durch einen durchbrochenen gusseisernen, auf Beton fundirten Rahmen, am Stamme hingegen durch leichte gitterartige, schmiedeeiserne Schutzkörbe vor Beschädigungen bewahrt wird; die Bäume sind meist acht- bis zehnjährige Akazien oder Platanen, von denen die erste Gattung selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen gediehen ist.

Alles Uebrige geht klar aus den Skizzen hervor.

Fig. 149 zeigt einen Durchschnitt von dem „Boulevard des Italiens“ in Paris, welcher 70 m breit ist und aus einer 14 m breiten, mit drei Reihen Bäume besetzten Mittelpromenade, zwei je 15 m breiten, asphaltirten Fahrwegen, zwei je 8,5 m breiten und mit 2 Baumreihen umsäumten Reitwegen und endlich aus zwei je 3,5 m breiten, auch asphaltirten Fusswegen besteht.

Fig. 150a.

Fig. 150b.



Schliesslich geben wir noch in Fig. 150a und b das Profil einer noch jungen Berliner Prachtstrasse, der Sieges-Allee,

Digitized by Google

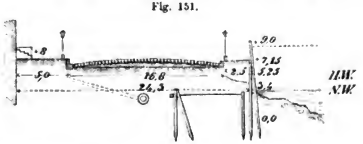
welche direct auf das bekannte Siegesdenkmal führt. Diese Allee ist im Norden 30 m breit, hat zwei Fusswege von je 6,5 m Breite, eine Steinschlagbahn von 11 m Breite und einen Reitweg oder Sommerweg von 6 m Breite (in ihrem nördlichen Theile a). In ihrem südlichen Theile (b) hat diese Strasse — der Sammelpunkt der vornehmen Welt — Fusswege von je 8,4 m Breite, einen 4 m breiten Reitweg auf jeder Seite, der von einem 1,6 m breiten und mit Bäumen bepflanzten Bankett eingefasst wird, und eine 18 m breite Steinschlagbahn, so dass also dieser Theil eine Gesammtbreite von 46 m besitzt.

§ 142. Die Kaistrassen.

Auch hier wollen wir ein paar Musterprofile von Verkehrsstrassen, die direct am Wasser liegen, skizziren.

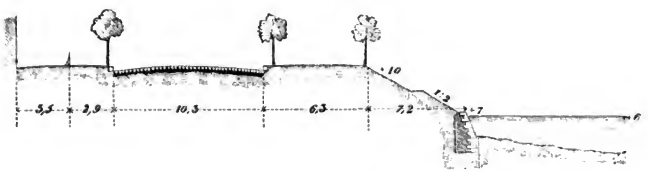
Die erste Illustration (Fig. 151) zeigt das Profil einer Kaistrasse für nicht grosse Fahrzeuge und Ladungsstücke, welche

Fig. 151.



auf der Wasserseite durch ein kräftiges, gut verankertes Bollwerk gegen die Angriffe des fliessenden Wassers geschützt ist. Die Kaistrasse ist 24,3 m breit, hat auf der Wasserseite einen Fussweg von 2,5 m Breite und einen doppelt so breiten an der Häuserseite und eine Steinbahn von 16,8 m Breite.

Fig. 152.



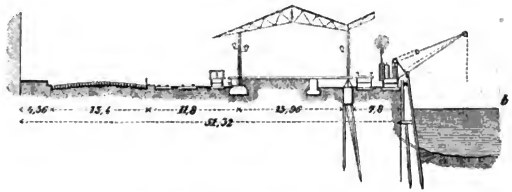
Das Profil einer Uferstrasse mit einem grösseren Verkehre und in einem vornehmeren Stadttheile zeigt die Figur 152. Die

Digitized by Google

Kaistrasse ist nach dem Wasser abgeböscht und mit einem Bankett versehen, das zugleich als Fussweg für die Schiffer dient. Die Böschungen sind mit Rasenstücken bekleidet. Gegen das Wasser ist diese Uferstrasse durch eine Kaimauer gesichert. — Die Strasse hat zwei Fuss- und einen Reitweg und eine 10,3 m breite Steinbahn für den Wagenverkehr. Ihre Gesammtbreite beträgt mit Einschluss der Böschungen 30,2 m, ohne dieselben 23,0 m.

Die Fig. 153 endlich zeigt eine Kaistrasse ersten Ranges, in welcher der Strassen-, Eisenbahn- und Wasser-

Fig. 153.



verkehr in Verbindung gebracht worden sind. Diese Strasse ist gegen das Wasser durch ein Bollwerk (wie in Fig. 151) abgeschlossen, hinter welchem direct zwei Schienenstränge liegen. Auf dem einen Geleise stehen die leeren oder vollbeladenen Güterwagen, welche durch einen Dampfkrahn, der auf dem andren Schienenstrange steht, mit den Gütern aus den Schiffen beladen werden oder ihre Ladungen an die Schiffe abgeben. An diese Geleise schliesst sich ein 13,96 m breiter Güterschuppen, der auf der andern Seite wieder von Eisenbahngeleisen begrenzt wird. Diese Hauptstränge sind von der eigentlichen Strasse durch einen schmalen Fussweg, welcher mit einem Geländer abgeschlossen ist, getrennt. Der Strassenverkehr bewegt sich auf einer 13,4 m breiten Fahrbahn und einem 4,36 m breiten Trottoir. Die Gesammtbreite einer solchen Hauptverkehrsstrasse von der Häuserfront bis zum Bollwerk beträgt 51,32 m.

§ 143. Combinationen mehrerer Fahrbahnarten.

Wir haben bereits im § 58 von Combinationen des Reihen- und des Schiebepflasters gesprochen, haben bei

Digitized by Google

Besprechung der Klinkerpflasterungen gesagt, dass bei scharfen Curven statt der Klinker besser natürliche Pflastersteine Verwendung finden und „dass auch solche Pflasterstrecken aus natürlichen Steinen stets da im Klinkerpflaster einzulegen sind, wo unbestimmte Wege in die Klinkerbahn einmünden und ein Aufschleppen von fettem Boden durch Pflasterung der Auffahrten nicht hinreichend verhütet werden kann (nach § 131 der Techn. Anw.)“ —

Ist auf breiten Strassen ein gemischter Verkehr vorhanden, wird z. B. die Strasse von Luxuswagen und schweren Lastfuhrwerken befahren, so kann man eine Trennung im Pflaster vornehmen und zwar durch Borde, welche in der Strassenfläche liegen, sorgfältig hergestellt sind und fleissig unterhalten werden. In unsrem Falle würde man also die Strasse durch die Borde in zwei Theile theilen und den einen Theil nur dem Luxuswagenverkehr, den andren Theil nur dem Lastwagenverkehr eröffnen. (Vergl. § 141.)

Gewöhnlich wird der leichte Verkehr am rationellsten eine Fahrbahn mit comprimirtem Asphaltpflaster erhalten, der schwere Verkehr dagegen eine solche von gutem Steinpflaster. Selbstverständlich kann man auch andre Combinationen machen, die sich nach der Grösse und der Art des Verkehres, nach dem vorhandenen Materiale, den zur Verfügung stehenden Geldmitteln u. s. w. zu richten haben. —

Fig. 154a.

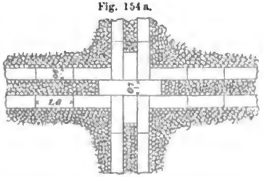


Fig. 154b.

Wie wir (in der Anmerkung zum § 58 und im § 131 Schluss) bereits bemerkten, so hat man aber auch sogenannte Radbahnen (Tramways) hergestellt, d. h. für die Wagenräder Spuren aus hartem Sandsteine oder besser aus Granit in das Steinpflaster eingelegt. Fig. 154, a (Grundriss) und b (Querschnitt).*) Diese Platten, welche gewöhnlich 20 cm hoch,

*) Dem „Deutschen Bauhandbuch“ entnommen.

Digitized by Google

30—60 cm breit und 100—180 cm lang sind, haben den grossen Nachtheil, dass ihre Kanten stark von den Fuhrwerksrädern und Pferdehufen angegriffen werden. Es ist deshalb sehr empfehlenswerth, in die Fugen hochkantig gestellte Flacheisenstäbe einzulegen, wodurch die Platten gut gegen die Angriffe geschützt werden.

Statt dieser Steinplatten, welche z. B. in der Wilhelmstrasse zu Berlin in das Steinpflaster früher gelegt waren, hat man auch, um einen möglichst geräuschlosen Verkehr zu erzielen, Holzbohlen eingelegt, namentlich in Amerika (siehe § 131), was nicht sehr zu empfehlen ist. Ebenso sind Fahrgeleise aus Hartgusseisen nicht vortheilhaft.

§ 144. Anlage der Sommerwege.

Sommerwege, welche auf Landstrassen neben der Steinbahn liegen, werden in unsren Städten für den Wagenverkehr nicht angelegt, weil sie zu viel Schmutz und Staub erzeugen und den Verkehr belästigen. Man begnügt sich deshalb in geschlossenen Orten in der Regel nur mit Reitwegen, die ja auch nur ein nothwendiges Uebel sind. Will man aber einen Sommerweg trotzdem aus irgend welchem Grunde anlegen, so hat man seine Oberfläche zu befestigen je nach der Bodenbeschaffenheit mit Sand, Kies, Lehm u. s. w. und ihn im Allgemeinen wie die im § 136 besprochenen Reitwege herzustellen.

Digitized by Google

Zehnter Abschnitt.

Vergleiche sämmtlicher Fahrbahnarten und Schlussbetrachtungen.

§ 145. Trennungen und Vorbemerkungen.

Bei der sehr wichtigen Frage: „Welches ist das in jeder Beziehung zweckmässigste Pflaster für Fahrstrassen in geschlossenen Orten?“, mit der wir uns in diesem Abschnitte einzig und allein beschäftigen wollen, müssen wir zunächst eine Trennung aller üblichen Pflasterungssysteme vornehmen und diejenigen heraussuchen, welche vorzugsweise in unsren Städten sich zur Ausführung eignen, damit wir unter diesen dann unsre Wahl treffen können.

Im Allgemeinen werden die Fahrstrassen mit folgenden Pflasterungen versehen:

1) Pflasterbahnen,
2) Steinschlagbahnen,
3) Grand- oder Kiesbahnen,
4) Klinkerpflasterungen,
5) Cementpflasterungen,
6) Asphaltbahnen,
7) Eisenpflasterungen und endlich
8) Holzpflasterungen.

Von allen diesen Pflasterungen werden wir gleich mehrere von der Wahl auszuschliessen haben, weil sie in unsren Städten niemals oder doch nur ganz ausnahmsweise zur Ausführung kommen werden.

Digitized by Google

Da sind zuerst die Grand- oder Kiesbahnen, die sich nur für sehr leichten Verkehr eignen, wie er in geschlossenen Orten nur selten herrscht, und welche deswegen in Städten nicht als Fahrstrassen hergestellt werden können.

Ferner müssen wir die sonst nicht schlechten und dem Verkehre manche Annehmlichkeiten bietenden Klinkerpflasterungen von der Wahl ausschliessen, weil sie nur ausnahmsweise — (und zwar besonders nur dann, wenn kein brauchbares Steinmaterial zur Verfügung stand oder nur für bedeutendes Geld zu beschaffen war) — oder auch wol probeweise in geschlossenen Orten angelegt wurden.

Die Cementpflasterungen sodann können auch keine Berücksichtigung finden, da sie überhaupt nur höchst selten hergestellt wurden.

Endlich müssen wir auch die Eisenpflasterungen wegen der mannigfachen Nachtheile derselben ausscheiden, so dass also nur folgende vier Pflasterungssysteme etwa übrig bleiben:

1) die Pflasterbahnen,
2) die Steinschlagbahnen,
3) die Asphaltpflasterungen,
4) die Holzpflasterungen.

Diese vier Pflasterungen haben wir nun mit einander zu vergleichen und das zweckmässigste System hiervon auszuwählen. Diese Wahl hängt im Allgemeinen ab:

1) von den Kosten der Herstellung und der Unterhaltung eines Pflasters;
2) von der Bequemlichkeit und Sicherheit desselben für den Verkehr;
3) von der Art und Weise der Herstellung und der Unterhaltung;
4) von der Dauer. —

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen wollen wir nun mit den Vergleichen beginnen unter der Voraussetzung, dass alle vier Pflasterungssysteme in einer Stadt mit gleicher Leichtigkeit zur Ausführung kommen können und nicht etwa für das eine oder das andre die geeigneten Materialien entweder ganz fehlen oder nur sehr schwer zu beschaffen sind! —

Digitized by Google

§ 146. Vergleiche in Bezug auf den Kostenpunkt.

Wir thun wol am besten, wenn wir unsern Besprechungen eine Tabelle beifügen, in welcher die Herstellungs-, Unterhaltungs- und Reparaturkosten — bis dahin, dass eine vollständige Neuanlage nothwendig wird — zusammengestellt und aus der erhaltenen Summe die Jahreskosten, die natürlich den Ausschlag geben müssen, berechnet sind. Die umstehende Tabelle ist dem Deutschen Banhandbuche (S. 204) entnommen. Sie giebt selbstverständlich die Kosten pro Quadratmeter Bahnfläche in Reichsmark und für unsre deutschen Verhältnisse an.

Aus dieser Kostentabelle, die nach langjährig angestellten Beobachtungen entworfen sein soll, ersehen wir zunächst, dass sich bestimmte Werthe für die Jahreskosten der Steinschlagbahnen nicht angeben lassen, weil die Dauer oder die Abnutzung derselben von den örtlichen Verhältnissen, von der Art und der Grösse des Verkehres zu sehr abhängen, also zu sehr variiren. Wir müssen deshalb hier die Steinschlagbahnen unberücksichtigt lassen. —

Das billigste Pflaster ist das Reihenpflaster mit Mörtelfüllung der Fugen und einer 26 cm starken Unterbettung, dem dasselbe Pflaster mit derselben Unterbettung, aber mit Kiesfüllung der Fugen am nächsten kommt. Sodann folgen die beiden Asphaltbahnen (Asphalte coulé und comprimé), welche mit dem Reihenpflaster, das eine nur 20 cm starke Unterbettung nebst Kiesfüllung der Fugen besitzt, gleiche Jahreskosten verursacht. Das theuerste Pflaster ist also das Holzpflaster.

Ehe wir diese Vergleiche beschliessen, wollen wir noch hier zwei amtliche Berichte aus Berlin folgen lassen, die wir der Güte des Herrn Stadtbaurath Rospatt und Stadtbauinspector Siebeneicher, beide in Berlin, verdanken. Diese Berichte geben uns noch interessante Vergleiche der Reihen-, Asphalt- und Holzpflasterungen, welche wir für unsre späteren Betrachtungen sehr wohl gebrauchen können.

Digitized by Google

Kostentabelle XXXVII.

Laufende Nummer	1	2		3	4	5	6	7
	Fahrbahnart	Bettung		Kosten für Material-Beschaffung und Verbau.	Dauer der Fahrbahn.	Summe der Unterhaltungs-Kosten.	Jahres-Kosten.	Durchschnitt der Jahres-Kosten.
		Art derselben	Kosten. Mark	Mark	Jahre	Mark	Mark	Mark
1.	Reihenpflaster	20 cm Kieslage, Kiesfüllung der Fugen	2,0—2,5	10—15	7—14	2,0— 5,0	1,5—3,0	2,25
2.	Desgl.	18 cm Schotter, 8 cm Kies, Kiesfüllung der Fugen	2,5—3,5	14—18	10—15	1,5— 4,0	1,3—2,3	1,8
3.	Desgl.	Bettung wie ad 2) Mörtelfüllung der Fugen	3,0—4,0	17—21	15—25	1,2— 2,5	0,8—1,5	1,15
4.	Comprimirter Asphalt	15 — 20 cm starke Betonlage	2,0—3,0	18—21	15—25	12,0—20,0	2,0—2,5	2,25
5.	Gussasphalt	Bettung wie ad 4)	2,0—3,0	15—19	12—18	10,0—16,0	2,0—2,5	2,25
6.	Holzpflaster	Schotterbettung und Bretterlagen	—	12—18	6—15	5,0—25,0	2,0—4,5	3,25
7.	Steinschlagbahn	—	—	4—10	—	0,5— 1,0	—	—

Digitized by Google

A. Vergleichende Notizen
betreffend
die Unterhaltung des Strassenpflasters in Berlin.

I. Kosten der gegenwärtig üblichen Art der Unterhaltung.

1) in Berlin sind gegenwärtig vorhanden und von der Stadtgemeinde zu unterhalten ca. 3 500 000 qm Pflaster.

2) nach den bei den bisherigen städtischen Strassen gemachten Erfahrungen musste das Pflaster nach durchschnittlich 8 Jahren umgepflastert werden. Ein Theil der bisher fiscalischen Strassen ist zwar mit etwas besserem Pflaster versehen als die bisher städtischen; dafür ist der Verkehr in den fiscalischen Strassen aber auch stärker als in den städtischen, und es werden grössere Ansprüche an die Unterhaltung des Strassenpflasters gemacht, seit sämmtliche Strassen von der Stadt zu unterhalten sind. Es wird deshalb auch für die Folge eine längere Dauer des Pflasters als durchschnittlich 8 Jahre nicht anzunehmen sein, wenn das Pflaster in der bisherigen Art weiter unterhalten wird, d. h. wenn die Hauptverkehrsstrassen mit besseren Steinen (Steinen II. bis IV. Klasse), die Nebenstrassen mit Kopfsteinen etc. gepflastert werden.

3) hiernach würden jährlich $\frac{3\,500\,000}{8} = 437\,500$ qm Pflaster umzupflastern und mit neuen Steinen zu versehen sein.

4) diese Umpflasterungen kosten nach den gegenwärtigen Preisen pro Quadratmeter 10 — 15 M., also durchschnittlich 12,5 M., mithin für 437 500 qm jährlich 5 476 000 M.

5) die kleinen Reparaturen haben nach den bisherigen Erfahrungen pro Quadratmeter 0,05 M. gekostet; diese Kosten werden für die Folge mindestens zu 0,08 M. pro Quadratmeter anzunehmen sein, seit die Strassenbau-Polizei an die Stadt übergegangen ist. Die Reparaturen werden bei 3 500 000 qm also kosten jährlich 280 000 M.

6) Summa der für die Strassenunterhaltung jährlich aufzuwendenden Kosten, wenn die Strassen nicht von Jahr zu Jahr schlechter werden sollen 5 756 000 M.

7) nach anderweitiger Berechnung (vergl. B. in diesem Paragraphen) würden an der Unterhaltung der Wagen und Pferde gegenüber den gegenwärtigen Unterhaltungskosten erspart werden,

Digitized by Google

wenn Asphalt-, Holz- oder besseres Steinpflaster vorhanden wäre, jährlich rund 3 000 000 M.

8) nach einer vorläufigen Angabe des Directors der städtischen Strassenreinigung, Herrn von Schlemmer, würden unter derselben Voraussetzung wie ad 7) an den Kosten der Strassenreinigung gespart werden jährlich rund 800 000 M.

9) Summa des für die Anlage und Unterhaltung des schlechten Strassenpflasters alljährlich aufzuwendenden Betrages **9 556 000 M.**

10) dieser Betrag entspricht nach einem Zinsfuss von $4\frac{1}{2}$ % einem Kapitale von rund **215 Millionen Mark.**

II. Kosten der Anlage und dauernden Unterhaltung eines in solidester und bester Weise hergestellten Pflasters.

11) werden dagegen die vorhandenen 3 500 000 qm Pflaster zur Hälfte mit vollkommen regulären Steinen (Steine I. Klasse), zur andern Hälfte mit Steinen II. Klasse in der besten und solidesten Weise gepflastert und dauernd in dieser Weise unterhalten, so betragen die Kosten hierfür (vergl. Zusammenstellung im § 84) pro Jahr $\frac{3\,500\,000}{2} \cdot 0{,}83 + \frac{3\,500\,000}{2} \cdot 1{,}09 = 3\,360\,000$ M.

12) Summa des für die Anlage und die dauernde Unterhaltung des vorzüglichsten und solidesten Steinpflasters alljährlich aufzuwendenden Betrages **3 360 000 M.**

13) dieser Betrag entspricht nach einem Zinsfusse von $4\frac{1}{2}$ % einem Kapitale von rund **76 Millionen Mark.**

III. Vergleichung der Kosten.

14) nach den vorstehenden Angaben sind einander gegenüber zu stellen und wird für die dauernde Unterhaltung des Strassenpflasters der Stadt Berlin die Wahl zu treffen sein zwischen

a) schlechtem Pflaster mit schlecht unterhaltenen Wagen und lahmen Pferden und einer dauernden jährlichen Ausgabe von 9 556 000 M.

oder

b) vorzüglichem Pflaster mit guten Wagen und Pferden und einer dauernden jährlichen Ausgabe von 3 360 000 M.

Digitized by Google

B. Nachweisung
der Kosten der Unterhaltung der Wagen und Pferde in Berlin.

Nach Angabe eines im Architektenvereine am 16. Januar 1876 gehaltenen Vortrages des Baumeisters Weise waren 1873 in Berlin vorhanden:

27 000 Pferde,
5319 dem Personenverkehr } dienende Wagen.
5000 dem Lastverkehr }

Die durch die Abnutzung von Wagen und Pferden jährlich entstehenden Kosten beziffern sich nach gleicher Quelle

1) für Hufbeschlag von 27 000 Pferden à 60 M. pro Jahr = ...	1 620 000 M.
2) Unterhaltung von 5319 Stück Personenwagen à 180 M. = ...	957 420 „
3) Unterhaltung von 5000 Stück Lastwagen à 210 M. = ...	1 050 000 „
4) Verschleiss von 27 000 Pferden pro Jahr, bei einem durchschnittlichen Ankaufspreise von 600 M. und fünfjähriger Dauer = . .	3 240 000 „
5) Verschleiss von 10 319 Wagen bei einem durchschnittlichen Ankaufspreise von 1200 M. und zehnjähriger Dauer = ...	1 238 000 „
Summa	8 105 420 M.

Bei Befestigung der Strassen mit Asphalt und Holz sollen sich diese Kosten angeblich um die Hälfte verringern. Rechnet man diese Ersparniss auf $^3/_8$ der zur Zeit verursachten Kosten, so würde dieselbe betragen rund 3 040 000 M.

Nach diesseits eingezogenen Recherchen sind die in Ansatz gebrachten Kosten für Hufbeschlag, Reparatur und Verschleiss von Wagen und Pferden nicht zu hoch; sie dürften sich vielleicht sogar noch etwas höher stellen; ebenso ist anzunehmen, dass sich seitdem die Zahl der Wagen und Pferde nicht unbeträchtlich vermehrt haben wird. Es sollen indessen die mit rund 8 105 000 M. bezifferten Kosten auch als noch jetzt zutreffend angesehen werden.

Dagegen wird von einem Sachverständigen angegeben, dass bei Anlage eines besseren Granitpflasters die Kosten des Hufbeschlages sich um 15 %, bei Anlage von Asphalt- und

Digitized by Google

Holzpflaster um 33⅓ % geringer stellen werden, die übrigen sub 2—4 genannten Kosten sollen unter Zugrundelegung beider Pflasterarten eine Verminderung von 33⅓—50 %, in medio um 41 % erfahren.

Die Ersparnisse an Wagen und Pferden beziffern sich hiernach:

	bei Asphalt- oder Holzpflaster:	bei bestem Granitpflaster:
für Hufbeschlag rund	539 400 M.	243 000 M.
für alle übrigen Kosten rund	2 658 800 „	2 658 800 „
Summa	3 198 200 M.	2 901 800 M.

oder in medio 3 050 000 M.

Ehe wir diesen Paragraphen schliessen, wollen wir noch einmal kurz das Reihen-, Asphalt- und Holzpflaster in Bezug auf den Kostenpunkt vergleichen.

Das beste Reihenpflaster — in den Berichten bestes Granitpflaster genannt — verursacht die geringsten Jahreskosten, dagegen keine so grosse Ersparniss der Kosten des Hufbeschlages, der Unterhaltung der Wagen u. s. w. als die Asphalt- und Holzpflasterungen, so dass wir wol nicht mit Unrecht behaupten können, dass sich diese drei Pflasterungssysteme, was allein den Kostenpunkt anlangt, im Allgemeinen völlig gleich stellen werden.

§ 147. Vergleiche in Bezug auf die Bequemlichkeit und Sicherheit des Verkehrs, die Herstellungs- und Unterhaltungsweise und die Dauer.

Die Reihen-, Asphalt- und Holzpflasterungen und auch die Steinschlagbahnen haben die Uebereinstimmung, dass sie eine ebene und sichere Bahn liefern, sonst aber weichen sie mehr oder weniger in ihren Vorzügen und Nachtheilen von einander ab.

So hat die **Steinschlagbahn** allein von den genannten Pflasterungssystemen den grossen Mangel der zumeist sehr schnellen Abnutzung, der grossen Bildung von Staub und Schmutz, der ewigen Reparaturbedürfniss, so dass dieselbe in geschlossenen Orten nur in sonniger Lage und nur unter der Voraussetzung, dass das Material der

Digitized by Google

Decklage von ganz besonderer Güte ist, auf Strassen zur Ausführung kommen darf, die am besten etwas Längengefälle besitzen. Bedenkt man aber, welche enormen Kosten die Beseitigung des in nassen Jahreszeiten oft fusstiefen Schmutzes verschlingt, welche Lästigkeiten dem Verkehre erwachsen durch Absperrungen der ganzen Strasse oder doch wenigstens eines Theiles derselben, die bei den ziemlich häufigen Reparaturen einer selbst solide hergestellten Makadamstrasse nicht vermieden werden können —, welche Belästigungen endlich der massenhafte Staub, der sich in trockener Jahreszeit auf jeder Steinschlagbahn unvermeidlich bildet, hervorruft und welche Kosten die fleissige Besprengung der Chaussirung zur Verminderung der grossen Staubmassen benöthigt, so muss man zu der Ansicht gelangen, dass es besser ist, Steinschlagbahnen in geschlossenen Orten **niemals** zur Ausführung zu bringen! —

Die **Holzpflasterungen,** welche so manche grossen Vorzüge (wie z. B. hohe Verkehrssicherheit und Geräuschlosigkeit des Verkehres) besitzen, werden aber in unsren deutschen Städten besonders aus folgenden Gründen nicht zur Verwendung kommen.

Jede Holzpflasterung hat — wie bekannt — die grossen Nachtheile, dass ihr Verband infolge der schwankenden Witterungsverhältnisse sehr bald locker wird, dass ihre Dauer im Allgemeinen keine sehr grosse ist, wenigstens die des besten Reihenpflasters und des comprimirten Asphaltpflasters niemals erreicht, dass ihre Herstellungs- und Unterhaltungskosten, namentlich ihre Jahreskosten im Vergleich hierzu viel zu hohe sind, dass sie auch oftmals schlechte und schädliche Ausdünstungen besitzen. (Vergl. auch Anm. in diesem Paragraphen.)

Wir müssen also auch dieses Pflasterungssystem von der Wahl ausscheiden. —

Nun käme das **Asphaltpflaster.** Im fünften Abschnitte hoben wir bereits hervor, dass zur Herstellung von Fahrstrassen am zweckmässigsten comprimirter Asphalt Verwendung findet. Dieser Asphalt bietet namentlich: glatte und ebene Bahn, Geräuschlosigkeit des Verkehrs, schnelle Reinigung, Undurchdringlichkeit der Feuchtigkeit und leichte Reparatur, so dass man wol behauptet hat: alle Pflasterungssysteme stehen an Güte der Asphaltbahn in vieler

Digitized by Google

Hinsicht nach, der Asphalt ist das **beste** Pflasterungsmaterial für unsre städtischen Strassen!

Diese — Manchem vielleicht etwas kühn dünkende — Behauptung lässt sich dadurch beweisen, dass man die unleugbaren Vortheile angiebt, welche der Asphalt gegenüber dem besten Granit besitzt. Es ist klar, dass der Asphalt an Dauer dem besten Granit zum Mindesten gleich kommt, dass er aber ein unverwüstliches Material genannt werden darf (aus den im § 102 angegebenen Gründen), welche Bezeichnung der Granit nicht beanspruchen kann. Ferner erfordert das Asphaltpflaster von allen den hier in Betracht kommenden Pflasterungen die geringste Zugkraft; endlich besitzt das beste Granitpflaster trotz seiner sehr guten Eigenschaften nicht die beiden Vorzüge des Asphaltpflasters: Undurchdringlichkeit der Feuchtigkeit und Geräuschlosigkeit des Verkehrs, die nicht ohne Bedeutung für städtische Strassenanlagen sind! —

Leider giebt es aber nichts Vollkommenes in der Welt, und so hat auch das sonst so sehr vortheilhafte Asphaltpflaster gegenüber dem Reihenpflaster den grossen Nachtheil, dass es bei grösseren Steigungen der Strasse nicht Verwendung finden kann, weil es dann zu glatt werden würde. Obwol dieser Nachtheil in unsren Städten nicht viel sagen will, da die städtischen Strassen nur höchst selten eine grössere Steigung besitzen, so müssen wir doch unsern obigen Ausspruch etwas corrigiren, indem wir sagen: **Das Asphaltpflaster und das (beste) Reihenpflaster sind die rationellsten Pflasterungsmethoden in Städten!** — da bei dem besten Reihenpflaster noch die geringeren Jahreskosten zu Gunsten desselben sprechen, während bei den Asphaltpflasterungen noch zu berücksichtigen ist, dass es nach Ansicht einiger Ingenieure für Strassen mit beständiger, geringer Feuchtigkeit nicht sehr vortheilhaft ist!

Anmerkung. Leider erst nach Vollendung des ganzen Werkes geht dem Verfasser noch ein von dem Professor Haywood am Trinity-College in Cambridge erstatteter Bericht an die Pflastercommission des städtischen Gesundheitsamtes zu Cambridge zu, welcher die Frage von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet, welches Pflasterungsmaterial das für den Zweck passendste sei. In diesem interessanten Bericht. (den wir im Auszuge unsren geschätzten Lesern noch geben wollen, um auch noch die Ansicht einer anerkannten Autorität im dieser wichtigen Frage hören zu lassen, da wir ihn leider nicht mehr zu unsren Zwecken benutzen konnten) —

Digitized by Google

wird die gesundheitliche Seite der Frage zunächst erörtert. Von dem gesundheitlichen Gesichtspunkte aus ist nun dasjenige Material das beste, welches 1) den geringsten Staub erzeugt, 2) eine möglichst gleichmässige Oberfläche darbietet und 3) am wenigsten die Feuchtigkeit zurückhält. Der Staub an sich ist, abgesehen von der durch denselben hervorgerufenen Unreinlichkeit gesundheitswidrig. Die Continuität der Oberfläche ist erforderlich, um die Ablagerung von Schmutz in den Ritzen zu verhindern, um die Reinigung der Oberfläche zu erleichtern, um das Geräusch des Verkehrs zu vermindern und die Erschütterungen abzuschwächen. Die Undurchdringlichkeit für Nässe ist wesentlich, um die Ausdünstungen des darunter befindlichen Bodens zu verhindern, der oft mit gesundheitsgefährlichen Gasen geschwängert ist.

In mercantiler Beziehung ist dasjenige Pflaster das beste, welches die erforderliche Zugkraft vermindert, und so die Transportkosten verringert, die Abnutzung der Pferde und Wagen auf das geringste Maass beschränkt; eine Pflasterungsart, welche die Gefahr des Fallens am wenigsten bietet oder bei einem Falle die geringste Möglichkeit der Verletzung. (Dies entspricht, wie der geehrte Leser in den vorhergehenden Abschnitten zur Genüge erkannt haben wird, vollständig den Ansichten des Verfassers dieses Werkes. Ueberhaupt wird der Leser im Folgenden eine grosse Uebereinstimmung der Ansichten finden, was für den Verf. d. W. nur schmeichelhaft sein kann, da er die Haywood'sche Arbeit bei Abfassung der seinigen nicht gekannt hat und somit auch als Quelle nicht hat benutzen können.)

Den Interessen der Steuerzahler endlich wird am besten gedient durch das Pflasterungsmaterial, welches sich im langen Lauf der Jahre am wenigsten kostspielig erweist. Es fragt sich dabei nicht, welches das billigste Material für die erste Anlage ist, sondern es handelt sich um die fortlaufende Ausgabe für Reinigung, Schmutzfortschaffung und Sprengung, um die periodischen Ausgaben theilweiser Erneuerung und um die Zeit, welche verfliessen muss, ehe eine gänzliche Wiedererneuerung nothwendig wird; alle diese Punkte bilden wichtige Faktoren bei der Beurtheilung des wohlfeilsten Materials.

Unter Berücksichtigung dieser allgemeinen Principien stellt sich nun das Urtheil über die verschiedenen Pflastermaterialien wie folgt:

Die Gravel-(Kies-)Chaussirung ist bei Strassen von einigem Verkehr von gar keinem Nutzen, denn sie erfordert fortwährend neues Wiederauffüllen und erzeugt fortwährend Schmutz und Staub, welcher die grössten Unannehmlichkeiten bereitet.

Macadam ist ein Material, das schon etwas mehr Beachtung verdient. Der grösste Nachtheil bei seiner Anwendung in verkehrsreichen Strassen besteht aber darin, dass es eine häufige Erneuerung erfordert, es hält sich schlecht im Sommer, verursacht grossen Staub und wenn man demselben durch Sprengen abzuhelfen sucht, Schmutz, und wird dadurch die Reinigung eine sehr kostspielige; ausserdem ist Macadam, selbst das beste, kein geräuschloses Material.

Das Holzpflaster hat unbestritten gewisse Vortheile vor gewöhnlichem Pflastermaterial. Es ist vergleichsweise geräuschlos, erfordert wenig Zugkraft

Digitized by Google

und veranlasst nur wenig Staub. Eine nähere Prüfung desselben lässt jedoch verschiedene Nachtheile hervortreten.

Was die anfängliche Herstellung betrifft, so ist das Holzpflaster das kostspieligste aller Materialien, und obgleich es eine leidlich ebene Oberfläche längere Zeit behalten kann, als vielleicht Macadam oder Granit, so sind doch die späteren Stadien der Zersetzung um so rapider und erfordern um so radikalere und kostspieligere Behandlung. Man kann die durchschnittliche Dauer von Holzpflaster in London nur auf $3^1/_2$ Jahre beziffern, in New-York ist eine vollkommene Erneuerung alle 4 Jahre erforderlich gewesen, in Paris hat man Holzpflaster nie in nennenswerthem Umfange versucht.

Hiernach unterliegt es keiner Frage, dass Holzpflaster viel theurer ist, als jedes andere bisher in Anwendung gekommene Material.

Die ernstesten Einwendungen jedoch gegen das Holzpflaster liegen auf gesundheitlichem Gebiete. Da das Holz eine aneinander gefügte und nicht eine continuirliche Oberfläche bietet, hat es mit Granit den Mangel gemeinsam, dass, wie gut immer es auch gelegt sein mag, es Fugen darbietet, in welche schmutziger Staub hineingefegt wird. Das so entstehende Uebel wird noch durch die grosse Neigung, mit der das Holz die Feuchtigkeit aufsaugt, vermehrt. Die Imprägnation des Holzes mit mineralischen Mitteln, um dasselbe vor Zerstörung zu schützen, mag diese Uebel vermindern, aber es ist von Allem, was bis jetzt versucht worden ist, nichts geeignet gewesen zu verhindern, dass das Holz zerfasert und dass die Absorption von Dung und Unreinigkeit aufhört, dadurch wird eine Fäulniss erzeugende Nässe hervorgerufen, welche die Gesundheit schädigt. So lauten denn auch die verschiedensten Urtheile über das Holzpflaster ziemlich absprechend.

Granit verursacht natürlich das meiste Geräusch von allen Pflastermaterialien; es ist ausserdem vom gesundheitlichen Standpunkte zu verwerfen, da es Fugen bietet, in denen gesundheitswidrige Stoffe sich anhäufen und weil es das Entweichen von Gasen aus der darunter liegenden Fläche erleichtert. Es erzeugt Staub, wenn auch nicht in dem Masse, wie Kies oder Macadam, und ist verhältnissmässig trocken und frei von Schmutz. Andre auf dieses Material bezügliche Punkte werden im Vergleich mit Asphalt besprochen.

Von Asphalt giebt es verschiedene Arten, am dauerhaftesten hat sich der beste comprimirte Schweizer Asphalt bewährt, wie er von der Val de Travers-Compagnie in London und in noch grösserem Umfange in Paris angewendet wird.

Die Bezugnahme auf die Eingangs gegebenen Andeutungen über die Bedingungen eines guten Pflastermaterials zeigt auf den ersten Blick, dass Asphalt allen den dort gestellten Anforderungen vor allen andren Pflasterungsmaterialien entspricht. Ein Punkt von besonderer Wichtigkeit ist dabei seine Dauerhaftigkeit und seine geringen Kosten für den Lauf der Jahre. Die grosse Schwierigkeit hierbei liegt in dem Umstand, dass, während die Erfahrung vieler Jahre einen Schluss ziehen lässt auf die „Lebensdauer" des Granitpflasters, kein Asphaltpflaster (der besten Sorte) bis jetzt sein Lebensende erreicht hat und daher nur aus Thatsachen auf seine Dauerhaftigkeit geschlossen werden kann.

Bemerkenswerth ist dabei die Thatsache, dass, während Granit abgenutzt wird, Asphalt nur niedergedrückt wird; die Abnutzung bedeutet in dem einen

Digitized by Google

Falle Verlust, in dem andern Zusammendrückung der Substanz. (Dieses entspricht allerdings nicht den Ansichten des Verf. d. W., vielmehr glaubt derselbe, in Berlin die Beobachtung gemacht zu haben, dass das Asphaltpflaster durch den Verkehr — gleichsam wie ein Blätterteig — in sehr dünnen Schichten entblättert wird.) Beobachtungen haben ergeben, dass innerhalb 4 Jahren 12" dicker Aberdeen-Granit auf 8" abgenutzt worden, ein Asphaltblock ist in demselben Zeitraum und unter gleichen Verhältnissen von dem Kaliber von $2^1/_4$" auf $1^3/_4$" reducirt worden, hat aber keinen Verlust am Gewicht erfahren. (? — der Verf.) In ähnlicher Weise hat Asphalt, der aus einer der verkehrsreichsten Strassen von Paris herausgenommen wurde, nach fünfzehnjähriger Abnutzung $^1/_8$ an Durchmesser, aber nur $^1/_{20}$ an Gewicht verloren. Die durchschnittliche Dauer des Granitpflasters beziffert sich je nach der Qualität der verwendeten Steine auf 10 Jahre.

Wenn man nun noch die Anlagekosten von Asphalt gegenüber denen von Granit in Betracht zieht, so kann kaum ein Zweifel sein, bezüglich der endgültigen Wohlfeilheit des erstgedachten Materials im Vergleiche zu Granit. Die Ersparniss wird dadurch vermehrt, dass die Kosten für Reinigung und Sprengung etc. sich bei Asphalt bedeutend geringer herausstellen als bei Granit. (Für unsre deutschen Verhältnisse ist diese Behauptung keine richtige. — Der Verf.)

In Bezug auf Ersparung der Zugkraft übertrifft Asphalt jedes anderweite Material und die Ersparniss an Instandhaltung von Pferden und Fuhrwerken ist, in Zahlen ausgedrückt, eine erstaunliche. So ist von einem französischen Ingenieur berechnet, dass diese Ersparniss in Paris, wenn alle Strassen mit Asphalt gepflastert wären, sich auf 340 000 Pfund Sterling (= ca. 7 Millionen Mark) pro Jahr belaufen würde.

Der hauptsächlichste Einwand, der gegen Asphalt gemacht worden, ist der, dass auf demselben die Pferde leichter stürzen. Die in dieser Beziehung angestellten Beobachtungen haben indessen ergeben, dass das Material selbst an diesen Unfällen keine Schuld hat, sondern nur öfter zufällige Umstände eintreten, die das Fallen der Pferde herbeiführen. Es ist einestheils das Scheuen und die Unsicherheit der Pferde einem neuen Material gegenüber, anderntheils bildet die Hauptursache der Unfälle die zu partielle Einführung des Asphalts, indem die Schlüpfrigkeit auf den Asphalt dann von den mit andrem Pflaster versehenen Strassendämmen übertragen wird. Keine Art, kein Zustand des Wetters macht Asphalt an sich schlüpfrig, wie dies bei abgenutztem Granit oder Holz der Fall ist. (? — der Verf.) Die Ursache der Schlüpfrigkeit beim Asphalt entsteht durch das Vorhandensein einer Substanz, welche grade genügend feucht ist, um die Fläche zu benetzen, aber nicht genügend feucht, um abzufliessen und sich von der Oberfläche abzulösen, es muss dieselbe durch vollständiges Abwaschen der Oberfläche oder durch Streuen mit etwas Sand entfernt werden, um wieder eine sichere Bahn herzustellen. Wird dies aber beobachtet und Asphalt stets sauber und rein gehalten, so vermindern sich die Unfälle nach statistischen Beobachtungen derart, dass der Durchschnitt der Unfälle auf Asphalt geringer ist, als der auf Granit. (? — der Verf.) Diese Unfälle sind aber auch nicht nur weniger häufig, sondern auch vergleichsweise günstiger in Bezug auf den Schaden der Pferde; und obgleich es wahr ist, dass ein Pferd bei einem Fall auf Asphalt nicht so leicht auf die Beine

Digitized by Google

kommen kann, wie bei einem Fall auf rauherem Material, so ist das blosse Zuwerfen der Pferdedecke für das Pferd genügend, um es wieder ohne Schwierigkeit aufstehen zu lassen. (Vergl. die Ansichten des Verf. im § 102.)

In den sechs Jahren von 1871 bis 1877 sind nach Mr. Haywood's Bericht in London nicht weniger als 60 000 m Strassen allein in der City mit Asphalt belegt, und ist in der Anwendung desselben mit der Legung von jährlich 10 000 m fortgefahren; die Stadtbehörde von London ist von der Zweckmässigkeit der Asphaltpflasterung so überzeugt, dass sie sich veranlasst gesehen hat, ihren Vorrath von Granit in einem Umfange von circa 145 000 Centnern loszuschlagen und die Zahl der Leute zu verringern, welche für die Steinbehauung engagirt sind. (Berl. Frdbl.)

§ 148. Schlussbetrachtungen.

Wir haben bei diesen Vergleichen — wie wir schon bemerkten — stets vorausgesetzt, dass die Materialien für alle, hier besprochenen Pflasterungssysteme in der Stadt stets leicht und ohne besonderen Kostenaufwand anzuschaffen sind. Trifft diese Voraussetzung irgendwo nicht zu, so kann es selbstverständlich noch weit zweckmässigere Pflasterungen geben als das Reihen- und das Asphaltpflaster. Namentlich werden diese beiden Pflasterungen nicht rationell sein, wenn etwa gute Granitsteine, wie sie das gute Reihenpflaster verlangt, nicht zu beschaffen sind oder der Asphalt in der Gegend so rar ist, dass er nur aus weiter Ferne und nur für schweres Geld herbeigeschafft werden kann. In diesem Falle wird eine Steinschlagbahn oder ein Holzpflaster oder eine Klinkerbahn je nach den Verhältnissen zweckmässiger zur Ausführung kommen müssen.

Ist uns aber bei der Wahl des Materiales völlig freie Hand gelassen, so werden wir bei unsern städtischen Strassenanlagen stets den Reihen- und den Asphaltpflasterungen vor allen andren Pflasterungen den Vorzug geben!

In den Strassen einer Stadt, wo Ruhe sehr erwünscht ist, in welchen also

Paläste und Kunstgebäude,
Kirchen und Schulen,
Parlaments- und Gerichtsgebäude,
Rathhäuser,
Krankenhäuser u. s. w.

Digitized by Google

liegen, sollte man stets ein Asphaltpflaster herstellen, damit der Verkehr ungestört bleibt.*) Aber auch Strassen mit sehr lebhaftem Verkehre sind stets zu asphaltiren, damit die Anwohner nicht vom frühen Morgen bis spät in die Nacht hinein den nervenerschütternden Lärm der Wagen und Pferde hören müssen. Auch Prachtstrassen sind wegen der Ruhe, der Leichtigkeit der Reinigung und der grösseren Trockenheit am besten mit einem gepressten Asphaltpflaster zu versehen. Endlich wird man auch Alleen, die in den Städten oder ganz in deren Nähe liegen und von der Stadt direct nach Lustschlössern oder Vergnügungsorten führen, welche von dem grössten Theil des Publicums häufig besucht werden, asphaltiren, um im Sommer eine angenehme, staubfreie, gesunde Fahrstrasse zu erhalten.**)

In allen andren Fällen wird man am zweckmässigsten die Reihenpflasterungen zur Ausführung bringen; namentlich sind diese dort anzulegen, wo Asphaltbahnen nicht gut hergestellt werden können, also auf Strassen mit grösseren Steigungen und solchen, welche eine beständige, geringe Feuchtigkeit besitzen. Auch möchte eine Reihenpflasterung der Asphaltbahn zweckmässig vorgezogen werden auf Strassen, die einen sehr schweren Lastfuhrwerksverkehr besitzen, also auf Strassen, in deren Nähe Güterbahnhöfe, Packhöfe, Steuerämter u. s. w. liegen! —

*) In den meisten Polizeivorschriften ist befohlen, dass die Wagen Kirchen und Krankenhäuser langsam zu passiren haben, um möglichst wenig Geräusch zu verursachen. Streng genommen liegt in diesem Befehle eine Verkehrsstörung. Diese Vorschrift wäre nicht nöthig, falls die Strassen asphaltirt wären. —

**) In Paris sind solche Alleen bereits mit Asphaltpflasterungen versehen worden, die sich sehr gut bewährt haben.

Digitized by Google

Anhang.

I. Specielle Bedingungen*)

für die Lieferung**) der Pflastersteine erster, zweiter und dritter Klasse in Berlin.

1) Bezeichnung der Steine.

Die Lieferung umfasst je nach der speciellen Bestellung Würfel und würfelartige oder prismatische Steine erster, zweiter und dritter Klasse.

Zu den Würfeln und würfelartigen Steinen sind nach Massgabe der unten folgenden Bestimmungen sowohl halbe Steine (nach der Diagonale der Kopffläche getheilte) als auch Binder (anderthalbfache Steine) zu liefern.

Die Bestellung erfolgt nur nach der Stückzahl in ganzen Steinen, doch so, dass die Binder und die halben Steine in dieser Zahl eingeschlossen sind.

Es sind demnach zu liefern pro 1000 Stück ganzer Steine bei Steinen von $^{17}/_{18}$ cm Seite 924 St. ganze Steine, 47 St. Binder u. 13 St. halbe Steine,
$^{18}/_{19}$ „ „ 916 „ „ „ 51 „ „ „ 13 „ „ „
$^{19}/_{20}$ „ „ 909 „ „ „ 56 „ „ „ 14 „ „ „

Auf Verlangen der Bauverwaltung ist jedoch der Unternehmer verpflichtet, eine doppelt so grosse Anzahl von Bindern und halben Steinen, wie oben angegeben, zu liefern, und die Zahl der zu liefernden ganzen Steine entsprechend zu verringern.

Für die prismatischen Steine sind halbe Steine nicht erforderlich; die Lieferung von Bindersteinen aber gestattet.

2) Dimensionen der Steine.

Die in dem anliegenden Preisverzeichnisse angegebenen Dimensionen der Steine sind so zu verstehen, dass z. B. bei einem Würfel von 17—18 cm Seite oder bei einem Prisma von 19—22 cm Länge, die bezüglichen Dimensionen weder weniger als 17, beziehungsweise 19 cm, noch mehr als 18, beziehungsweise 22 cm betragen dürfen.

---

*) Den Anhang I bis VII verdanken wir der Güte des Herrn Stadtbaurath Rospatt in Berlin.

**) Vergl. auch Anhang VIII.

Digitized by Google

Wenn das betreffende Gestein sich für die Herstellung von Steinen nach den in dem anliegenden Verzeichnisse angeführten Dimensionen nicht eignet, so ist es dem Unternehmer unbenommen, Steine mit andern Abmessungen zu offeriren.

Die Bindersteine erhalten dieselbe Breite und Höhe, aber die anderthalbfache Länge der einfachen Steine.

Die halben Steine sind nach der Diagonale der Kopffläche getheilte einfache Steine und erhalten die gleiche Höhe, wie die einfachen und Bindersteine, sie können auch mit einem einfachen Stein zusammen aus einem Stück gearbeitet sein, in welchem Falle sie für einen anderthalbfachen Stein gerechnet werden.

3) Bearbeitung der Steine.

a) Steine erster Klasse.

Die Steine erster Klasse müssen regelmässig, voll und scharfkantig bearbeitet und an allen Seiten mit rechtwinkligen Flächen und geraden Kanten versehen sein.

Die Steine müssen im Pflaster in ihrer ganzen Höhe dicht an einander anschliessen.

Die Fugen des mit Steinen erster Klasse herzustellenden Pflasters dürfen nicht stärker als 1 cm sein.

Die zulässigen Abweichungen von der regelmässigen Form dürfen deshalb in keiner Weise mehr als $^1/_2$ cm betragen, so dass zwei neben oder auf einander gestellte Steine keine breitere Fuge als solche von 1 cm zwischen den Kanten gemessen ergeben.

Auch die Abweichung des von zwei aneinander stossenden Kanten gebildeten Winkels vom rechten Winkel darf nicht grösser sein, als dass sie an der gegenüber liegenden Seite höchstens $^1/_4$ cm beträgt.

Die Fussfläche der Steine muss der Kopffläche parallel sein.

b) Steine zweiter Klasse.

Die Steine der zweiten Klasse müssen in der Kopffläche ebenfalls möglichst regelmässig, eben, voll- und scharfkantig bearbeitet und die Kanten der Kopffläche möglichst gerade und rechtwinklig zu einander gerichtet sein.

Die Fuss-(Satz-)fläche der Steine zweiter Klasse muss mindestens vier Fünftel betragen.

Die Verjüngung nach der Fussfläche zu braucht nicht an allen Seiten dieselbe zu sein, darf aber an keiner Seite mehr als 1 cm betragen.

Sämmtliche Flächen der Steine zweiter Klasse brauchen nicht ganz eben sondern nur rauh bearbeitet zu sein.

Die Fugen des mit Steinen zweiter Klasse hergestellten Pflasters dürfen nicht stärker als 1 cm sein.

Die zulässigen Abweichungen von der regelmässigen Form der Kopffläche dürfen deshalb in keiner Richtung mehr als $^1/_2$ cm betragen, so dass zwei auf einer ebenen Fläche neben einander oder mit der Kopffläche auf einander gestellte Steine keine breitere Fuge als solche von 1 cm, zwischen den Kanten gemessen, ergeben.

Die Fuss-(Satz-)fläche der Steine muss der Kopffläche parallel sein.

Digitized by Google

c) Steine dritter Klasse.

Die Steine der dritten Klasse müssen in der Kopffläche ebenfalls möglichst regelmässig, voll- und scharfkantig und die Kanten der Kopffläche möglichst gerade und recktwinklig zu einander gerichtet sein.

Die Fuss-(Satz-)fläche der Steine dritter Klasse muss mindestens zwei Drittel der Kopffläche betragen. Die Verjüngung nach der Fussfläche zu braucht nicht an allen Seiten dieselbe zu sein, darf aber an keiner Seite mehr als 2 cm betragen.

Sämmtliche Flächen der Steine dritter Klasse brauchen nicht ganz eben, sondern nur rauh bearbeitet zu sein.

Die Fugen des mit Steinen dritter Klasse hergestellten Pflasters dürfen nicht stärker als 1 cm sein.

Die zulässigen Abweichungen von der regelmässigen Form der Kopffläche dürfen deshalb in keiner Richtung mehr als $^1/_2$ cm betragen, so dass zwei auf einer ebenen Fläche neben einander oder mit der Kopffläche auf einander gestellte Steine keine breitere Fuge als solche von 1 cm zwischen den Kanten gemessen ergeben.

Die Fuss-(Satz-)fläche der Steine muss der Kopffläche parallel sein.

4) Klassifizirung der Steine in solche erster und zweiter Qualität.

Steine, welche in jeder Beziehung den sub 3a, b und c gestellten Bedingungen entsprechen, werden als Steine erster Qualität bezeichnet.

Als Steine zweiter Qualität sind solche Steine zu betrachten, welche bezüglich der Bearbeitung lediglich in einer einzigen Beziehung den für die Steine erster Qualität vorgeschriebenen Bedingungen nicht entsprechen, im Uebrigen aber mit den Steinen erster Qualität völlig übereinstimmen. Steine, welche daher einer der sub 3a, b und c festgesetzten Bedingungen nicht entsprechen, werden besonders aufgestellt und entweder als Steine zweiter Qualität der betreffenden Klasse oder als Steine der nächstfolgenden Klasse angenommen oder ganz von der Annahme zurückgewiesen.

Dem mit der Abnahme beauftragten Stadt-Bauinspector steht das Recht zu, die gelieferten Steine, sobald sie in ihrer Bearbeitung den sub 3a, b und c gestellten Bedingungen nicht genügen, entweder ganz von der Abnahme auszuschliessen oder als Steine zweiter Qualität der betreffenden Klasse zu bezeichnen, oder sie in die nächst folgende Klasse herab zu setzen.

Die Zahl der Steine zweiter Qualität darf höchstens 20% der für die Lieferung der betreffenden Sorte festgesetzten Zahl der Steine betragen.

5) Material der Steine.

Sämmtliche Steine müssen aus den härtesten, zähesten und durchaus gesunden Bänken des betreffenden Steinbruchs entnommen sein, ein durchweg homogenes, gleich hartes und gleich widerstandsfähiges Material haben und keine Spur von beginnender Verwitterung zeigen.

Steine, deren Material theilweise den Verwitterungsprocess begonnen hat oder einzelne weichere Theile enthält, werden unter jeder Bedingung von der Annahme ausgeschlossen.

Dasselbe gilt von den Steinen, welche verwitterbare Steinrinde oder Fäden, oder eine weiche Schicht enthalten, oder welche nicht als hinreichend wetter-

Digitized by Google

beständig erkannt werden, oder unter kräftigen Schlägen der Ramme leicht spalten.

6) Härte- und Festigkeitsproben des Materials.

Ueber die Härte und Druckfestigkeit des offerirten Steinmaterials sind glaubhafte Atteste einer Versuchsstation für Prüfung von dergleichen Baumaterialien beizubringen.

7) Probesteine.

Mit der Offerte sind von jeder der offerirten Steinsorten mindestens zwei Probesteine, welche mit dem Siegel und Namen des Lieferanten, sowie der Bezeichnung des Steinbruchs resp. des Steinmaterials in dauerhafter Weise versehen sind, kostenfrei an die Bandeputation einzusenden. Die zu liefernden Steine müssen bezüglich des Materials diesen Proben und den vorliegenden Bedingungen entsprechen. Für die Art der Bearbeitung sind nicht die Probesteine, sondern nur die vorliegenden Bedingungen massgebend.

8) Ort der Ablieferung.

Die Steine sind franco nach einem der städtischen Depotplätze am Plansufer, am Kottbuser Ufer, Ecke der Strasse Nr. 5, in der Thurmstrasse oder an der Ecke der Pank- und Wiesenstrasse nach späterer specieller Bestimmung zu liefern. Sollten während der Lieferung noch an anderen Stellen Steindepotplätze eingerichtet werden, so ist der Unternehmer auf Verlangen verpflichtet, die Steine event. auch nach diesen Depotplätzen ohne besondere Vergütigung zu liefern, wenn diese neuen Depotplätze von der Eisenbahn resp. dem schiffbaren Wasser nicht weiter entfernt sind, als einer der oben genannten Plätze; ist diese Entfernung aber grösser, so erhält der Unternehmer diese grössere Transportweite nach dem für den Transport der Pflastersteine für das laufende Jahr festgesetzten Preisverzeichnisse in der Weise vergütet, dass vom Preise für die Gesammtentfernung der Preis für die Entfernung des Bahnhofes resp. des schiffbaren Wassers nach den bei Eingange dieses Paragraphen bezeichneten Depotplätzen, welche hiermit in maximo auf 2500 m festgesetzt wird, in Abzug gebracht wird.

9) Anlieferung und Abnahme der Steine.

Die Fuhrleute resp. Schiffer, welche die Steine von der Eisenbahn oder den Schiffen nach den Depotplätzen bringen, müssen Frachtbriefe haben, auf welchen der Name des Lieferanten, die Zahl, die Klasse und die Steinsorte (nach den Dimensionen) sowie der Steinbruch, aus dem sie stammen, genau bezeichnet sind.

Das mit der Anlieferung der Steine nach den Depotplätzen seitens der Lieferanten beauftragte Personal hat den Anordnungen der Depotaufsichtsbeamten unweigerlich nachzukommen.

Die Steine werden auf dem Depot durch die Fuhrleute resp. die Schiffer an der Stelle abgeladen, welche von dem Depotverwalter hierzu bezeichnet wird.

Um Verwechselungen der Steine zu vermeiden, muss auf Verlangen jeder einzelne Stein mit dem Anfangsbuchstaben des Lieferanten oder einem anderen zu vereinbarenden Buchstaben in Lackfarbe dauerhaft bezeichnet sein. In

Digitized by Google

gleicher Weise muss auf jedem Steine seine Klassenziffer I, resp. II oder III in derselben Farbe deutlich vermerkt sein.

Die Steine müssen bereits vor ihrer Ablieferung auf den Depotplätzen gehörig sortirt sein. Bei allen Steinen, welche nicht ordnungsmässig sortirt angeliefert werden, geschieht solches entweder auf dem Depot auf Kosten des Lieferanten, oder es werden diese Steine ganz von der Annahme zurückgewiesen.

Die angelieferten Steine werden durch Arbeiter der städtischen Bauverwaltung und auf Kosten der Letzteren genau geprüft, ob sie den vorliegenden Bedingungen entsprechen. Die bedingungsmässig gelieferten Steine werden dabei in regelmässige Haufen zusammengestellt.

Alle Steine dagegen, welche den Bedingungen nicht entsprechen, werden ausgeworfen, dem Lieferanten zur Verfügung gestellt und sind von diesem innerhalb 3 Wochen nach erfolgter Benachrichtigung hierüber vom Depot zu entfernen, widrigenfalls solches auf alleinige Kosten und Gefahr des Lieferanten durch die Depotverwaltung geschieht.

Ueber die Bedingungsmässigkeit der gelieferten Steine entscheidet der mit der Abnahme beauftragte Bauinspector.

Zur Feststellung des Quantums der als bedingungsmässig geliefert aufgesetzten und abgenommenen Haufen wird der Lieferant resp. sein Stellvertreter auf seinen Wunsch eingeladen werden.

10) Preisberechnung.

In dem anliegenden Preisverzeichnisse sind die Preise pro 1000 Stück franco Depot anzugeben. In diesem Preise sind alle Kosten für Bruchzins, Brechen, Bearbeiten und Transport der Steine bis zu den städtischen Depotplätzen enthalten.

Die Bindersteine werden mit dem anderthalbfachen Preise, die halben Steine mit dem halben Preise der einfachen Steine berechnet.

Für die Steine der zweiten Qualität erleidet der Unternehmer je nach der Bearbeitung dieser Steine einen von dem betreffenden Bauinspector festzusetzenden Abzug von mindestens fünf, bis höchstens zehn Procent des angesetzten Gesammtpreises für Lieferung und Transport etc. der betreffenden Steine der ersten Qualität.

Ist der Unternehmer mit der so festgesetzten Preisreduction nicht einverstanden, so steht es ihm 3 Wochen lang frei die Steine vom Depotplatze wegnehmen zu lassen. Nach dieser Zeit tritt die bezeichnete Preisermässigung in Kraft.

11) Mehrlieferung.

Unternehmer ist verpflichtet zu den festgesetzten Preisen und Bedingungen und in noch speciell zu vereinbarenden Lieferungsfristen auf Verlangen der Bauverwaltung auch ein grösseres als das bedungene Quantum zu liefern. Diese Mehrlieferung kann bis zu $33^1/_3$ Procent des bedungenen Quantums betragen.

12) Bezahlung.

Der Unternehmer erhält je nach dem Fortschreiten der Lieferung Abschlagszahlungen. Die definitive Abrechnung erfolgt nach beendigter Lieferung und Abnahme resp. am Schlusse des Jahres.

Digitized by Google

13) Kaution.

Zur Sicherstellung der übernommenen Verbindlichkeiten hat der Unternehmer auf Verlangen der Verwaltung binnen 3 Wochen nach erhaltener Aufforderung eine Kaution im Betrage von 5 Procent der ihm übertragenen Lieferung in depositalfähigen Papieren beim Magistrats-Depositorium zu hinterlegen, welche ihm je nach dem Fortschreiten der Lieferung theilweise oder nach Beendigung derselben ganz zurückgegeben wird.

Die Kaution verfällt, falls der Unternehmer seinen Verpflichtungen nicht nachkommt.

14) Wohnung und Vertreter des Unternehmers.

Der Unternehmer ist, wenn er nicht in Berlin wohnt, auf Verlangen verpflichtet, hierselbst einen Vertreter zu wählen, dem alle auf die Lieferung bezüglichen Schriftstücke mit derselben rechtlichen Wirkung zugestellt werden können, als ob sie ihm selbst behändigt wären.

15) Contracts-Stempel.

Den für die Abschliessung des Contractes erforderlichen Stempel zahlt der Unternehmer.

16) Allgemeine Bedingungen.

Der Unternehmer muss sich den „Allgemeinen Bedingungen" unterwerfen, welche für die Uebernahme aller Arbeiten und Lieferungen für die städtische Bauverwaltung festgestellt sind.

17) Auflösung des Vertrages.

Sollte der Lieferant den vorstehenden „Allgemeinen und Speciellen Bedingungen" nicht nachkommen, namentlich die festgesetzten Lieferungsfristen nicht einhalten, so steht der städtischen Bauverwaltung das Recht zur sofortigen Auflösung des Vertrages zu und verfällt der Unternehmer in alle Nachtheile dieser Auflösung ohne Anspruch auf Entschädigung.

II. Specielle Bedingungen

zur Ausführung der für die Pflasterungen erforderlichen Erdarbeiten.

1) Allgemeines.

Die Erdarbeiten sind unter genauer Beachtung der Situations- und Nivellementspläne auszuführen, wobei dem Unternehmer die erforderlichen Fixpunkte an Ort und Stelle angegeben werden.

Die Auf- und Abträge sind mit anderthalbfacher Böschung herzustellen und ist der Boden, wo solches nothwendig, einzuschlemmen.

2) Abtragboden und Abfuhr der überflüssigen Erde.

Der Abtragboden ist nach specieller Anordnung in den Auftrag zu verkarren und zu verarbeiten.

Der überflüssige Erdboden ist nach den im Anschlagsextracte angegebenen Strassen abzufahren und dort nach Anweisung einzuplaniren.

Digitized by Google

Sollte eine Abfuhr nach andren Strassen, als im Extracte vorgesehen, erforderlich werden, so hat der Unternehmer dieses gleichfalls zu bewirken und wird der Preis nach der für den Transport der Steine aufgestellten allgemeinen Transporttabelle festgesetzt.

3) Herstellung der Aufträge.

Bei Herstellung der Aufträge ist die grösste Sorgfalt darauf zu verwenden, dass später nur ein geringes Setzen des Dammes stattfindet und dieserhalb der Damm in jedem einzelnen Falle nach specieller Angabe des Bauinspectors — in maximo bis zu $^1/_{12}$ seiner Höhe — zu überschütten.

Bei Dämmen von mehr als 1 m Höhe sind die Schüttungen in einzelnen Lagen herzustellen. Findet dennoch ein Setzen des Bodens statt, oder sollte das dem Unternehmer bezeichnete Sackmass nicht ausreichend sein, so hat der Unternehmer die erforderliche Nachlieferung an Boden und der Mehrarbeiten auszuführen; die hierfür zu gewährende Entschädigung wird nach Massgabe des Contractpreises festgesetzt.

4) Beschaffenheit des Auftragbodens.

Der zu liefernde Auftragboden darf nur solche Materialien enthalten, welche frei von Dung und andren für das Grundwasser nachtheiligen Stoffen sind.

5) Herstellung des Planums.

Das Planum ist nach dem vorgeschriebenen Gefälle zu reguliren; dasselbe ist je nach der zu verwendenden Steinsorte nach specieller Bestimmung 20—26 cm unter der beabsichtigten Höhe des Pflasters herzustellen.

6) Berechnung der bewegten Erdmassen.

Die Berechnung der bewegten Erdmassen geschieht auf Grund des für die Ausführung aufgenommenen Nivellements, sowie event. nach dem aufzunehmenden Controle-Nivellement gemäss der sich ergebenden festen Masse, so dass bei Aufträgen das gewöhnliche Sackmass nicht vergütet wird.

7) Beginn und Förderung der Arbeiten.

Die Arbeiten müssen spätestens 8 Tage nach ergangener Aufforderung in Angriff genommen und ununterbrochen so betrieben werden, dass, falls nicht ungünstige Witterung eintritt, und sofern nicht im Anschlagsextract ein grösseres Quantum vorgeschrieben ist, täglich mindestens 50 cbm Abtragsboden zu lösen und abzufahren sind resp. 50 cbm Auftragboden geliefert und verarbeitet werden.

8) Nebenarbeiten.

Alle in den vorstehenden Bedingungen genannten Arbeiten hat der Unternehmer für die im Anschlagsextract angegebenen Preise ohne sonstige besondere Vergütigung auszuführen.

Ferner hat der Unternehmer ohne besondere Vergütigung die nöthigen Schutzvorrichtungen etc. den polizeilichen Vorschriften gemäss herzustellen und wird dieserhalb auf § 15 der Allgemeinen Submissionsbedingungen hingewiesen.

Digitized by Google

9) Schlusszahlung und event. Preisermässigung.

Die Schlusszahlung wird erst geleistet, wenn sämmtliche Arbeiten den vorstehenden Bedingungen gemäss ausgeführt sind.

Sind einzelne Arbeiten jedoch diesen Bedingungen nicht entsprechend ausgeführt, hat der Bauinspector von dem ihm nach den allgemeinen Bedingungen zustehenden Rechte, die fehlerhaften Arbeiten auf Kosten des Unternehmers beseitigen und durch bedingungsmässige ersetzen zu lassen, keinen Gebrauch gemacht, so findet die im § 10 der allgemeinen Bedingungen vorgesehene Festsetzung eines Minderpreises Statt.

10) Aenderung in der Disposition.

Entsteht durch eine Aenderung in den allgemein getroffenen Dispositionen eine Unterbrechung im Fortgange der Arbeiten, so hat der Unternehmer hierfür keine Entschädigung zu beanspruchen.

III. Specielle Bedingungen

für die Lieferung von Kies zu den pro 18 .... auszuführenden Neu- und Umpflasterungen.

1) Allgemeine Eigenschaften des Kieses.

Der zu liefernde Kies muss frei von allen erdigen, lehmigen, mergeligen, und vegetabilischen Stoffen sein.

Höchstens ein Fünftel bis ein Viertel seiner Gesammtmasse darf aus Sand bestehen und auch dies nur in dem Falle, wenn der Sand reiner scharfer Quarzsand ist.

2) Qualität der Kieskörner.

Die einzelnen Kieskörner müssen möglichst aus reinem Quarz bestehen und dürfen nicht mit weichen und verwitterbaren Geschieben von Kalk, Granit, Grauwacke und dergleichen vermischt sein.

3) Grösse der Kieskörner.

a) zu Pflasterungen mit Kiesunterbettung.

Der zu den Pflasterungen mit Kiesunterbettung zu verwendende Kies muss seiner grösseren Menge nach aus Körnern von der Grösse eines Hanfkornes bis zu der einer Haselnuss (2—13 mm) zusammengesetzt sein. Dabei sind jedoch Körner resp. Steine über 40 mm Durchmesser ausgeschlossen.

b) zu Pflasterungen mit fester Unterbettung.

Zu Pflasterungen mit fester Unterbettung eignet sich am besten Kies, dessen Körner ihrer Mehrzahl nach die Grösse von Erbsen, d. h. 4—6 mm besitzen. Es sollen dabei jedoch einerseits Körner bis zu einem Durchmesser von 10 mm nicht ausgeschlossen sein, während andrerseits Körner unter 1 mm Grösse bis höchstens 25% darin enthalten sein dürfen.

Digitized by Google

c) zu den Fugen und zu Fugenmaterial. Pflaster erster Klasse.

Zum Verfüllen der Fugen und zum Fugenmörtel ist Kies, dessen grösseste Menge aus Körnern von der Grösse der Hanfkörner 2—3 mm gebildet wird, der geeignetste. Derselbe darf Körner von mehr als 5 mm d. h. solche von der Grösse einer Erbse nicht, dagegen solche unter 1 mm nur bis 33% enthalten.

4) Kies von andrer Körnerbeschaffenheit als der sub 3 beschriebenen.

Durch die Hinweisung auf die im § 3a, b, c beschriebenen Kiessorten sind indessen Offerten von Kiesarten, deren Körner andre Dimensionen als die speciell genannten, besitzen, im Uebrigen aber den Bedingungen der §§ 1 und 2 genügen, nicht ausgeschlossen. Die Bauverwaltung behält sich vor, nach ihrem Ermessen über die zu wählenden Kiessorten zu entscheiden.

5) Einreichung von Probekies.

Mit der Offerte ist von jeder der offerirten Kiessorten eine Probe von ca. 10 Liter je in einem gesonderten und abzuschliessenden Kasten oder Beutel, welcher mit dem Namen, Wohnort und dem Siegel des Offerenten versehen sein muss, portofrei einzuschicken.

Der zur Lieferung gelangende Kies muss dieser Probe genau entsprechen. Es darf daher dieselbe weder aussortirt oder gewaschen sein, wenn nicht etwa mit dem zu liefernden Material das Gleiche und in gleicher Weise geschehen soll.

6) Angabe über den Fundort des Kieses.

Bei Abgabe der Offerte ist der Fundort des Kieses, sowie die beabsichtigte Transportweise desselben genau anzugeben, damit die Bauverwaltung sich von der Beschaffenheit und Ergiebigkeit des Lagers, sowie von der Leistungsfähigkeit des Offerenten aus eigener Anschauung ein Urtheil zu verschaffen im Stande ist.

7) Städtische Depotplätze.

Die Anlieferung des Kieses geschieht auf die städtischen Depotplätze und zwar: u. s. w.

8) eigene Depotplätze des Lieferanten.

Sollte der Lieferant selbst etwa in der Nähe der Ausladestelle über einen geeigneten Depotplatz verfügen, welcher mit guten Zufuhrstrassen und Fahrwegen sowie mit bequemen Lager- und Depotplätzen versehen ist und denselben während der Zeit der Anlieferung und der Abfuhr des Kieses der städtischen Bauverwaltung zur freien und unbehinderten Beaufsichtigung und Disposition überlassen können, so kann die Offerte auch für Anlieferung des Kieses auf einen solchen Platz gemacht werden, vorausgesetzt jedoch, dass das offerirte Lieferungsquantum so gross ist, dass die Anordnung einer besonderen Beaufsichtigung dieses Platzes der Bauverwaltung vortheilhaft und zweckmässig erscheint.

Für diese Eventualität wird eine derartige Grösse des Depotplatzes beansprucht, dass mindestens der fünfte Theil der event. übertragenen Lieferung aufgesetzt und der Bauverwaltung behufs Abfuhr zur unbehinderten Verfügung

Digitized by Google

übergeben werden, sowie dass während der Abfuhr und ohne dass diese dadurch behindert wird, die weitere Anlieferung einer anderen Stelle in derselben Weise fortgesetzt werden kann.

Ausserdem aber bleibt der Unternehmer während der Lieferung und Abfuhr des Kieses für die Sicherheit dieses Depotplatzes selbst verantwortlich und hat daher entweder die für die Sicherung desselben für nothwendig erachteten Vorkehrungen zu treffen, oder er ist auch für das von ihm gelieferte und bereits abgenommene Quantum in der Weise verhaftet, dass er ein etwa festgestelltes Manko, soweit solches nicht durch Anordnungen der Bauverwaltung selbst hervorgerufen ist, auf seine Kosten zu decken hat.

Endlich auch hat der Unternehmer ein geeignetes Local — Baubude, oder desgleichen, zur Unterbringung des städtischen Aufsehers auf dem Lagerplatze oder in unmittelbarer Nähe desselben zur Verfügung zu stellen.

9) Quantität des zu liefernden Kieses.

Die Offerten können auf grössere oder kleinere Quantitäten, jedoch nicht auf Lieferung unter zweitausend Cubikmeter gemacht worden. Das offerirte Quantum selbst ist dabei bestimmt zu bezeichnen und zwar sowol das event. geringste als auch das event. grösseste.

10) Preisabgabe.

Der Preis ist pro Cubikmeter franco der unter Nr. 7 genannten Depotplätze und zwar nach jedem dieser drei Depots besonders zu stellen.

11) Aufsetzen des Kieses.

Der Kies ist auf den Depotplätzen an besonderen Stellen, welche dem Lieferanten vorher angewiesen werden, nach Anweisung der betreffenden Bauinspection in regelmässige Haufen von nicht weniger als 100 cbm Aufmaass, deren Höhe nicht unter 1 m und nicht über 2 m betragen soll, aufzusetzen.

12) Beseitigung nicht bedingungsmässigen Kieses.

Kies, welcher nicht genau den Bedingungen sowie der eingereichten Probe entspricht, wird nicht angenommen und darf nicht auf die Depotplätze gebracht werden; sollte jedoch solcher ausnahmsweise bereits auf den Lagerplatz gebracht sein, so ist derselbe sofort wieder abzufahren, widrigenfalls die Entfernung auf Kosten und Gefahr des Lieferanten durch die städtische Bauverwaltung veranlasst wird.

13) Beginn und Betrieb der Lieferung.

In der Offerte ist der Termin anzugeben, an welchem der Lieferant mit der Anfuhr des Kieses zu beginnen im Stande ist. Von diesem Termine an ist der Unternehmer verpflichtet, falls die Requisitionen vorschriftsmässig 8 Tage vorher erlassen worden sind, auf Verlangen der betreffenden Bauinspection das für jede einzelne Arbeitsstelle täglich erforderlich werdende Quantum auf dem Depotplatze vorräthig zu halten.

Es soll dem Unternehmer jedoch event. auch gestattet werden, die Anlieferung von vornherein oder während der vertragsmässigen Lieferung auch

Digitized by Google

stärker zu betreiben, sofern die Räumlichkeiten auf den Depotplätzen dieses zulassen, es ist hierzu jedoch die besondere Genehmigung der Bauverwaltung einzuholen.

14) Abnahme.

Die Abnahme des Kieses geschieht frühestens 8 Tage nach erfolgtem Aufsetzen nach Aufmaass der nach Anweisung der Bauverwaltung aufgesetzten Haufen durch die damit beauftragten städtischen Baubeamten und wird davon der Unternehmer mindestens 3 Tage vorher in Kenntniss gesetzt.

Der Unternehmer ist berechtigt, bei der Abnahme persönlich oder durch einen bevollmächtigten Vertreter zugegen zu sein; falls derselbe nicht erscheint, erklärt er sich von vorneherein mit den Resultaten der Abnahme einverstanden.

15) Abschlagszahlungen.

Nach jedesmaliger Anlieferung und Abnahme eines Quantums von mindestens 10—15% der Gesammtlieferung sollen dem Unternehmer Abschlagszahlungen gewährt werden und zwar bis zu Neunzehntel des bis dahin angelieferten resp. abgenommenen Quantums.

Sollte jedoch der Lieferant sich irgendwie nicht ganz zuverlässig oder säumig zeigen, so bleibt die Bauverwaltung berechtigt, die Abschlagszahlungen entsprechend zu beschränken.

16) Allgemeine Bedingungen.

In Bezug auf Gestellung einer Kaution, sowie in allen übrigen hier nicht speciell aufgeführten Punkten unterwirft sich der Lieferant den

„Allgemeinen

für die Lieferung und Ausführung von Bauarbeiten für die Stadt Berlin gültigen Bedingungen."

IV. Specielle Bedingungen

zur Ausführung der Pflasterarbeiten mit Kiesunterbettung.

§ 1. Aufbruch des alten Pflasters und Aufnahme der Rinnsteinbrücken.

Beim Aufbruch des vorhandenen Pflasters sind die gewonnenen Steine zu sortiren und sofern sie zur Abfuhr kommen, auf Verlangen in regelrechte Haufen, an den von den bauleitenden Beamten anzugebenden Stellen, aufzusetzen.

Bei den Umpflasterungen sind mit den Bordkanten der Rinnsteine Brücken und das Gegenpflaster, soweit es erforderlich, aufzunehmen und später wieder zu verlegen.

§ 2. Abfuhr überflüssiger und Lieferung fehlender Erde.

Sollte sich bei Umpflasterungen zur regelrechten Herstellung des Planums eine Abfuhr überflüssigen oder eine Lieferung fehlenden Bodens als erforderlich herausstellen, so ist der Unternehmer verpflichtet, dieses ohne besondere Vergütung zu bewirken, der Preis hierfür ist in dem in der Submissionsofferte abgegebenen Preise pro Quadratmeter herzustellendes Pflaster enthalten. Der event. zu liefernde Boden darf nur reiner Sand sein.

Digitized by Google

§ 3. Planumsarbeiten.

Vor Aufbringung der Kiesbettung muss das Planum in einer Länge von mindestens 10 m gehörig regulirt, die Vertiefung für die Rinnsteine ausgehoben, die Wölbung für den Strassendamm und die Hinterfüllung für die Bordschichten regelmässig angelegt werden.

§ 4. Herstellung der Kiesbettung.

Die Kiesbettung ist in einer Stärke von 20 cm aufzubringen. In besonderen Fällen, z. B. bei schlechtem Untergrunde, kann diese Stärke vergrössert werden.

Der zur Kiesbettung zu verwendende Kies soll dem Unternehmer in möglichster Nähe der Verwendungsstelle geliefert werden, indess ist der Unternehmer verpflichtet, den Kies bis auf 20 m Entfernung von der Verwendungsstelle auf seine Kosten in das Planum einzukarren.

Sollte Seitens des Kieslieferanten resp. des Fuhrunternehmers der Kies in weiterer Entfernung als 20 m von der Verwendungsstelle abgelagert werden, und derselbe auf Aufforderung des Bauleitenden denselben nicht heranrücken, so ist der Unternehmer der Pflasterarbeiten gehalten, auf Aufforderung des Bauleitenden den Kies dennoch in das Planum einzukarren. Die event. hierfür zu zahlende Entschädigung wird von dem betreffenden Bauinspector endgültig festgesetzt.

§ 5. Quergefälle des neuen Dammes.

Das Quergefälle des neuen Dammes soll in der Regel bei Pflasterung mit quadratischen oder rechteckig bearbeiteten Bruchsteinen dritter oder vierter Klasse $^1/_{40}$, bei rechteckig bearbeiteten märkischen Steinen oder polygonalen Kopfsteinen $^1/_{35}$, bei geschlagenen Feldsteinen resp. alten Steinen $^1/_{30}$, bei sogenannten Bauerdämmen $^1/_{20}$ der halben Dammbreite betragen.

§ 6. Herstellung des Pflasters.

Die Pflastersteine sollen ebenfalls in möglichster Nähe der Verwendungsstelle abgeladen werden, doch ist auch hier der Unternehmer verpflichtet, das Herankarren der Steine bis auf 20 m Entfernung zur Verwendungsstelle auf seine Kosten zu bewirken.

Werden die Steine der allgemeinen Anordnung entgegen in grösserer Entfernung von der Verwendungsstelle abgeladen, so ist der Unternehmer gehalten, auf Aufforderung des Bauleitenden das Herankarren der Steine zu bewirken und soll die hierfür event. zu zahlende Entschädigung durch den Stadt-Bauinspector endgültig festgesetzt werden.

Die Steine sind nach Material, Form und Grösse gehörig zu sortiren, so dass möglichst Steine von gleicher Beschaffenheit nebeneinander zu stehen kommen.

Bei Pflaster aus Steinen dritter Klasse ist:

1) falls das Längengefälle der Strasse $^1/_{50}$ übersteigt, das Pflaster mit senkrecht auf die Strassenachse gerichteten Längs- und bindenden Stossfugen;
2) bei geringerem Längengefälle mit diagonalen Reihen, genau nach den Angaben der Bauinspection herzustellen.

Falls die erforderlichen Dreiecksteine nicht geliefert werden, hat der Unternehmer den nöthigen Bedarf, gegen besonders festzusetzende Ent-

Digitized by Google

schädigung, zu schlagen und dabei jede Materialverschwendung sorgfältigst zu vermeiden.

Die Fugen zwischen den einzelnen Steinen einer Reihe dagegen müssen so eng wie möglich, in keinem Falle aber mehr als 1 cm weit hergestellt werden. Die Steine sind ferner (unter Verwendung der Bindersteine) in Verband zu setzen, so dass nach der Längenachse der Strasse jedesmal ein Wechsel der Fugen eintritt.

Bei Pflaster aus rechteckig behauenen Steinen, Klasse vier und fünf, sowie polygonalen Kopfsteinen oder geringeren Steinsorten sind die Steine so dicht wie irgend möglich zusammen zu setzen, damit die Fugen zwischen den einzelnen Steinen möglichst enge werden. Auch bei diesen Steinen muss nach der Länge der Strasse stets ein Wechsel der Fugen stattfinden.

Bei dem Setzen der Steine sind die Fugen gehörig mit Kies zu füllen.

Bei Pflasterungen mit Steinen dritter Klasse sind die Steine bis auf $^1/_4$ ihrer Höhe in Kies zu betten.

Auf $^2/_3$ der Steinhöhe bleiben die Fugen offen und werden nach specieller Vorschrift mit hydraulischer Kalkmilch, resp. Kalkmörtel, vollkommen ausgegossen. Sodann wird das fertige Pflaster mit dem von der Bauinspection gelieferten gesiebten Kiese, bis 1 cm hoch, bedeckt und während der folgenden zwei Wochen täglich zweimal mittelst Wasserwagen, mit Brausevorrichtung, besprengt.

§ 7. Rammen.

Das Pflaster ist unter ausreichender Wasserbesprengung in mehreren, mindestens zwei, Absätzen, bei Fugenverguss in drei Absätzen und zwar zweimal vor, einmal unmittelbar nach dem Fugenverguss vorsichtig, aber so fest abzurammen, dass die einzelnen Steine unter den Rädern von schwer beladenen Wagen keine Bewegung mehr zeigen.

Alle beim Rammen zersprungenen oder lose gewordenen Steine sind durch andere gute zu ersetzen.

Die Höhe der als Deckmaterial aufgebrachten Kiesschicht darf bei Pflaster aus:

Steinen dritter Klasse nicht über 1 cm,
bei den übrigen Steinen nicht mehr als 1,5 cm betragen. Dieser Kies ist gehörig einzufegen und einzuschlemmen.

Wird zur Bettung § 4 oder zur Deckung § 7 mehr Kies verwendet als vorgeschrieben, so hat der Unternehmer die dadurch entstehenden Mehrkosten zu tragen und den zuviel aufgebrachten Kies von der Steinbahn abzufegen.

§ 8. Wasserwagen.

Für jede Colonne von Pflasterern muss ein Wasserwagen mit Brausevorrichtung zum Besprengen in Bereitschaft gehalten werden.

§ 9. Strassenkreuzungen.

Bei den Strassenkreuzungen wird das Pflaster in derselben Weise wie §§ 5 und 6 beschrieben gefertigt; bei Verwendung von quadratisch oder rechteckig bearbeiteten Steinen jedoch sind die einzelnen Reihen nach der Diagonale der Kreuzung zu setzen.

Digitized by Google

§ 10. Rinnsteine.

Die Rinnsteine sind nach dem in dem Situations- und Nivellementsplan angegebenen Gefälle anzulegen.

Die Sohle ist bei tiefen Rinnsteinen aus hart gebrannten Klinkern auf hoher Kante, bei flachen Rinnsteinen aus rechteckig bearbeiteten Steinen herzustellen.

Bei Neupflasterungen hat der Unternehmer die zu den Rinnsteinen erforderlichen Klinker sämmtlich ohne besondere Vergütung zu liefern und ebenso bei den Umpflasterungen den für die unbrauchbaren Klinker erforderlichen Zuschuss zu den vorhandenen Klinkern unentgeltlich anzuliefern.

Die Wandungen der Rinnsteine, und zwar sowol die inneren wie die äusseren, sind, soweit sie nicht ausgemauert werden, unter einem Winkel von 45 Graden (einfache Anlage) herzustellen. Dabei sind die Steine so auszuwählen, dass eine möglichst geringe Anzahl Fugen entsteht.

§ 11. Sicherung der Bordschichten.

Die Bürgersteige sind, wo befestigte Bürgersteige nicht vorhanden, in voller Breite (bezw. so weit dies bei Auf- und Abträgen und bei einfacher Böschungsanlage bis zur Strassenflucht möglich ist) in Höhe der Bordschichten einzuplaniren.

§ 12. Fixpunkte.

Die für die Ausführung erforderlichen Fixpunkte werden beim Unternehmer an Ort und Stelle angegeben, und hat derselbe durch öfteres Nachwiegen dafür zu sorgen, dass das Pflaster die beabsichtigte Höhenlage erhält.

Falls hierbei durch die Schuld des Unternehmers Fehler und Mängel in der Ausführung entstehen, hat der Unternehmer die Kosten für die Beseitigung derselben zu tragen.

§ 13. Beginn und Förderung der Arbeiten.

Die Arbeiten müssen spätestens 8 Tage nach ergangener Aufforderung Seitens der Baubeamten begonnen und ununterbrochen so gefördert werden, dass, falls nicht ungünstige Witterung eingetreten, wöchentlich bei einem

9,5 m breiten Strassenfahrdamm mindestens 500 qm und bei einem

11 m und mehr breiten Strassenfahrdamm mindestens 700 qm Pflaster vollständig fertig werden.

§ 14. Berechnung der gepflasterten Flächen.

Bei Berechnung der gepflasterten Flächen wird die Breite des Pflasters in allen Fällen zwischen den inneren Kanten der Bordschichten in grader Linie gemessen.

§ 15. Nebenarbeiten.

Alle in den vorstehenden Bedingungen erwähnten Arbeiten hat der Unternehmer für die angegebenen Preise ohne besondere Vergütigung auszuführen, sofern nicht im Extracte oder den Bedingungen ausdrücklich etwas anderes vorgesehen ist.

Der Unternehmer hat ferner ohne besondere Vergütigung:

Digitized by Google

a) die nach polizeilicher Vorschrift erforderlichen Warnungslaternen, Sperrungen und Verschläge in vorschriftsmässiger Weise anzubringen und zu unterhalten, auch dafür zu sorgen, dass die Warnungslaternen zur rechten Zeit angezündet werden und hell leuchten, auch die mit hydraulischem Mörtel vergossenen Pflasterstrecken nach erfolgter Vergiessung der Fugen noch 14 Tage lang zu sperren und unentgeltlich zu beleuchten.

b) während und nach der Arbeit das ausgeworfene und übrig bleibende Steinmaterial in Haufen, an den von dem Bauleitenden zu bestimmenden Stellen, zusammen zu bringen.

c) das Pflaster sowol während der Arbeit als auch 14 Tage lang nach derselben zur Verhütung des Staubes, namentlich bei trockener Witterung, täglich mindestens einmal gehörig mit Wasser zu besprengen.

d) die zu Nivellements-Absteckungen und Aufmessungen, so weit dieselben die Arbeit des Unternehmers betreffen, erforderlichen Arbeiter unentgeltlich zu stellen.

§ 16. Abnahme der Arbeiten.

Frühestens 14 Tage, nachdem die Arbeiten in der vorbeschriebenen Weise fertig gestellt, findet eine Besichtigung und event. Abnahme des Pflasters statt, wozu das auf den Steinen liegende Deckmaterial durch den Unternehmer zu entfernen.

Wenn sich bei dieser Besichtigung noch Unregelmässigkeiten, zerrammte Steine oder offene Fugen im Pflaster finden, oder wenn das letztere an irgend einer Stelle noch nicht frei von Kies ist, so findet eine Abnahme nicht statt; der Unternehmer ist vielmehr verpflichtet, die Unregelmässigkeiten etc. zunächst zu beseitigen. Bei diesen Ausbesserungsarbeiten hat der Unternehmer auf seine Kosten den etwa erforderlich werdenden Kies aus den städtischen Depots anzufahren und die Steine, welche ihm auf dem Depotplatze angewiesen werden, ebenfalls anzufahren und die etwa erübrigten Steine dahin zurückzufahren.

Hat eine Abnahme bei der ersten Besichtigung nicht stattgefunden, so wird frühestens 8 Tage nach der ersten Besichtigung eine zweite anberaumt werden. Sollten sich hierbei ebenfalls noch Unregelmässigkeiten etc. zeigen, so steht dem Stadt-Bauinspector das Recht zu, die noch fehlenden Arbeiten und Materialien auf Gefahr und Kosten des Unternehmers von irgend einem Dritten ausführen, resp. liefern und anfahren und das Pflaster in den vorschriftsmässigen Zustand bringen zu lassen. Die hierdurch entstandenen Kosten werden dem Unternehmer von seiner Rechnung gekürzt.

§ 17. Schlusszahlung und event. Preisermässigung.

Die Schlusszahlung erhält der Unternehmer erst, wenn er sämmtliche in den vorstehenden Paragraphen enthaltenen Bedingungen erfüllt hat.

Sind jedoch einzelne Arbeiten nicht den Bedingungen entsprechend ausgeführt und hat der Bauinspector von dem ihm nach den allgemeinen Bedingungen zustehenden Rechte, die fehlerhaften Arbeiten auf Kosten des Unternehmers beseitigen und durch bedingungsmässige ersetzen zu lassen,

Digitized by Google

keinen Gebrauch gemacht, so findet die im § 10 der „Allgemeinen Bedingungen" vorgesehene Festsetzung eines Minderpreises Statt.

§ 18. Aenderung in der Disposition.

Entsteht durch eine Aenderung in den allgemein getroffenen Dispositionen eine Unterbrechung im Fortgange der Arbeiten, so hat der Unternehmer hierfür keine Entschädigung zu beanspruchen.

§ 19. Garantiezeit.

Der Unternehmer ist verpflichtet, die innerhalb der folgenden drei Jahre vom Tage der Abnahme der Arbeiten an gerechnet, nöthig werdenden Reparaturen des durch ihn angefertigten Pflasters, soweit solche nicht durch locale Aufgrabungen und dadurch herbeigeführte Senkungen des Bodens verursacht worden sind, auf seine alleinigen Kosten auszuführen.

Die dazu erforderlichen Steine und der Kies werden auf Kosten der Bauverwaltung geliefert werden.

§ 20. Fugenverguss.

Wenn das Pflaster mit hydraulischem Kalkmörtel etc. vergossen werden soll, so hat Unternehmer die Zubereitung des Mörtels zu bewirken und die hierzu erforderlichen Geräthe vorzuhalten, für den pro Quadratmeter Pflaster offerirten Preis.

§ 21. Tagelöhne.

Der Unternehmer wird mit Bezug auf § 13 der Allgemeinen Bedingungen noch einmal ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, dass er verpflichtet ist, für jede nach seiner Ansicht nicht contractlich vorgesehene Arbeit, für welche Tagelohnssätze liquidirt werden sollen, allwöchentlich dem betreffenden Bauleitenden einen Wochenzettel zur Revision und Bescheinigung vorzulegen.

Unterlässt dies der Unternehmer, so ist die Bauverwaltung berechtigt, derartige Ansätze einfach abzulehnen.

Diese Wochenzettel sind unter allen Umständen den bezüglichen Rechnungen beizufügen.

V. A) Specielle Bedingungen

für die Ausführung von Pflasterreparaturen in den Seitens der .... Bauinspection (Standesamt ..... und .....) zu unterhaltenden Strassen für das Jahr .....

Im Anschluss an die allgemeinen Submissionsbedingungen der städtischen Bauverwaltung und die speciellen Bedingungen zur Ausführung von Pflasterarbeiten, soweit dieselben hier Anwendung finden, wird zur Uebernahme von Pflasterreparaturen noch Folgendes besonders festgesetzt.

§ 1. Umfang der Arbeiten.

Der Umfang des zu unterhaltenden Strassenpflasters beträgt im Standesamtsbezirk Nr..... ca..... und im Standesamtsbezirk Nr..... ca..... qm. Diese Angaben sind jedoch nur überschlägliche und

Digitized by Google

bezüglich dieses Vertrages durchaus ohne Verbindlichkeit: es kann sich die Grösse des Objectes je nach Bedürfniss beliebig ändern und zwar vergrössern oder verringern, ohne dass dadurch die durch das Submissionsverfahren resp. durch den Vertrag festgesetzten Preise eine Aenderung erfahren.

§ 2. Theilung der Arbeiten.

Die Angebote können entweder getrennt für die Arbeiten eines einzelnen Standesamtsbezirks oder für die Arbeiten mehrerer Bezirke zusammen erfolgen und bleibt es der Bauverwaltung überlassen, diese Arbeiten getrennt oder zusammen zu vergeben.

§ 3. Aufforderung zu den Reparaturen.

Die Aufforderung zu den Reparaturen hat der Unternehmer an jedem Werktage zwischen 2 und 3 Uhr im Bureau der Bauinspection entgegen zu nehmen, event. werden ihm die Bestellungen wie an Sonn- und Festtagen mit Angabe über den Beginn der Arbeiten schriftlich auf seine Kosten zugeschickt. In sehr dringlichen Fällen geschieht diese Bestellung durch besonderen Boten oder Rohrpostbrief und müssen die erforderlichen Arbeiten auf Verlangen noch an demselben Tage, selbst wenn derselbe ein Sonn- oder Feiertag sein sollte, in Angriff genommen werden, oder der Unternehmer hat auf seine eigenen Kosten dafür Sorge zu tragen, dass etwa erforderliche Vorkehrungen zur Verhütung von Gefahr noch vor Eintritt der Nacht getroffen werden.

§ 4. Säumigkeit Seitens des Unternehmers.

Für Säumigkeit Seitens des Unternehmers bei Ausführung von derartigen Aufträgen steht der Bauverwaltung das Recht zu, ohne Weiteres und auf Kosten des säumigen Unternehmers anderweite Hülfe zu beschaffen oder aber demselben für jede Säumigkeit pro Tag 5 M. Abzug von seiner Forderung zu machen.

§ 5. Ausführung der Arbeiten.

Die zu reparirenden Stellen werden dem Unternehmer oder dessen Vertreter vor Inangriffnahme der Arbeiten genau durch den betreffenden Baubeamten angewiesen.

Das Pflaster der zu reparirenden Flächen ist vorsichtig aufzubrechen, und die wieder zu verwendenden Steine von den Ausschusssteinen zu sortiren, letztere sind geordnet seitwärts zur Abfuhr aufzusetzen.

Es darf nicht mehr Pflaster aufgebrochen werden, als an demselben Tage wieder hergestellt wird.

Nach Aufbruch des Pflasters ist der Boden gehörig zu reguliren und die fehlende Unterbettung mit dem durch die Bauverwaltung zu liefernden Pflastersand nachzufüllen und gleichmässig einzuplaniren.

Pflaster von regelmässig bearbeiteten Steinen ist nur in gutem Verbande wieder herzustellen und müssen die Steine hierzu besonders ausgesucht und eingepasst werden; überhaupt ist bei jeder Art von Pflaster die Fugenweite des vorhandenen Pflasters inne zu halten.

Das Ausfüllen der Fugen mit Pflastersand geschieht durch vorsichtiges Einfegen und Einschlemmen, worauf das Pflaster unter fortwährendem Be-

Digitized by Google

giessen bis zu derjenigen Widerstandsfähigkeit abgerammt wird, dass schwere Lastwagen keine Bewegung der einzelnen Steine mehr herbeiführen können.

§ 6. Beschaffung und Anfuhr des Pflastersandes.

Der zu den Reparaturen erforderliche Pflastersand wird Seitens der Bauverwaltung geliefert und angefahren. Das Abladen desselben geschieht an solchen Stellen der Strasse, wo der Verkehr es zulässt und ist der Unternehmer verpflichtet, denselben ohne Rücksicht auf die Entfernung zu den Verwendungsstellen heran zu karren.

§ 7. Ersatz fehlender Steine.

Die aus dem Aufbruch sortirten noch guten Steine sind wieder zu verwenden und werden die fehlenden Seitens der Bauverwaltung angefahren. Das Heranschaffen zu den Verwendungsstellen hat der Unternehmer wie im § 5 zu veranlassen.

§ 8. Abnahme der Arbeiten.

Es werden nur solche Reparaturarbeiten abgenommen und deren Kosten zur Zahlung angewiesen, welche von dem Bauinspector oder dessen Vertreter als den Bedingungen im § 4 entsprechend, durchaus gut und untadelhaft anerkannt sind. Mangelhafte Arbeiten, resp. schlecht ausgeführte Reparaturen werden entweder gar nicht bezahlt oder im günstigsten Falle von dem Stadt-Bauinspector taxirt und tritt in letzterem Falle ein entsprechender Abzug von dem Vertragspreise ein, welcher allein durch den Stadt-Bauinspector festgestellt wird.

§ 9. Aufhebung des Vertrags in Folge mangelhafter Arbeiten.

Lässt sich der Unternehmer wiederholt schlechte Ausführung oder Säumigkeit (conf. § 4) zu Schulden kommen, so ist die Bauverwaltung ausdrücklich berechtigt, denselben ohne Weiteres von den ferneren Arbeitsausführungen auszuschliessen und die letzteren durch einen anderen Meister ausführen zu lassen. Die hierdurch etwa entstehenden Mehrkosten gegen diesen Vertrag hat der Unternehmer mit seinem Guthaben event. mit seiner Kaution zu decken.

§ 10. Aufmessen der ausgeführten Arbeiten.

Das Aufmessen der gepflasterten Flächen geschieht durch den betreffenden Baubeamten. Der Unternehmer resp. dessen Stellvertreter werden zu diesem Zwecke eingeladen. Bei Nichterscheinen derselben gelten die Aufmessungen des Beamten.

Es werden hierbei Schlagelöcher und kleinere Ausbesserungen bis zu einem halben Quadratmeter gleich einem halben Quadratmeter gerechnet.

§ 11. Tagelohnsarbeiten.

In besonderen Fällen bleibt es der Bauverwaltung überlassen, die Arbeiten event. nach Tagelohn zu berechnen, solches wird jedoch jedesmal vor Inangriffnahme der Arbeiten bestimmt; ohne jedesmalige besondere und vorherige Vereinbarung kommen keine Tagelöhne in Rechnung.

Digitized by Google

§ 12. Aufbringen des Deckmaterials.

Das Aufbringen des Deckmaterials darf erst nach geschehener Aufmessung erfolgen, andernfalls die Forderung des Unternehmers durch den Bauinspector endgültig festgesetzt wird.

§ 13. Vorkehrungen zur Sicherstellung des Verkehrs.

Der Unternehmer hat auf seine eigenen Kosten dafür Sorge zu tragen, dass bei Ausführung der Reparaturen der Strassenverkehr nicht gehemmt wird, dass die Strasse am Feierabend stets aufgeräumt und das Pflastermaterial den polizeilichen Vorschriften entsprechend in der Nähe einer Strassenlaterne ordnungsmässig aufgesetzt event. durch eine besondere Laterne beleuchtet wird. Bei Zuwiderhandlungen in dieser Beziehung ist die Bauverwaltung berechtigt, für nöthig erachtete Abhilfe Anordnungen auf Kosten des Unternehmerszu treffen.

§ 14. Vorlegung der Rechnungen.

Ueber die vollständig fertig gestellten Arbeiten ist am Schlusse jeden Monats eine Rechnung in duplo (mittelst eines Anschreibens) dem betreffenden Bauinspector frankirt zuzustellen.

§ 15. Art und Weise der Offerte.

Zur Abgabe der Offerte dient das diesen Submissionsbedingungen beigefügte Preisverzeichniss. Die Arbeiten sind entweder zu den in denselben enthaltenen Einheitssätzen zu übernehmen, oder es ist für die gesammten Arbeiten nach Prozentsätzen mehr- oder abzubieten.

Die Offerte selbst ist unterschrieben und versiegelt spätestens bis zum .... ten ..... an die unterzeichnete Bauinspection einzureichen.

Berlin, den .... ten 188

Die .... te Stadt-Bauinspection.

B) Submissionsofferte

zur Ausführung der Pflasterreparaturen in den Seitens der .... Stadt-Bauinspection zu unterhaltenden Strassen für das Jahr 188 ....

Pos.	Zahl	Gegenstand	Betrag Mark	Pf.
1	1	qm Pflaster von reckteckig behauenen Steinen herzustellen incl. Aufbruch und aller Nebenarbeiten	—	75
2	1	qm Pflaster von polygonalen Kopfsteinen, wie vor.	—	65
3	1	qm Pflaster von gewöhnlichen runden Steinen, von geschlagenen oder Ausschusssteinen, wie vor . .	—	55
		Tagelöhne		
4	1	Polier pro Tag	5	50
5	1	Steinsetzgeselle „ „	4	50
6	1	Rammer „ „	3	50
7	1	Lehrling „ „	2	25
8	1	Arbeiter „ „	2	75

Digitized by Google

Ich bin bereit die Pflaster-Reparaturarbeiten in den Standesamtsbezirken .....

event. zu durchstreichen. { 1) zu den vorstehenden Einheitspreisen
2) unter einer Mehrforderung von .... % (geschr.) ..... Proc.
3) unter einem Abgebot von .... % (geschr.) ..... Procent

zu übernehmen. Auch erkenne ich hiermit ausdrücklich die von mir unterschriebenen, zu diesem Offertformular gehörigen allgemeinen und speciellen Submissionsbedingungen für mich als bindend an.

Berlin, den .... ten ..... 18...

Der Steinsetzmeister
Name .....
Wohnung .....

VI. Specielle Bedingungen

für die Umpflasterung d..... von ..... bis ..... mit fester Unterbettung.

§ 1. Aufbruch des alten Pflasters.

Beim Aufbruch des vorhandenen Pflasters sind die gewonnenen Steine zu sortiren und nach den Steinsorten getrennt in regelrechte Haufen zusammen zu bringen.

§ 2. Abfuhr überflüssiger und Lieferung fehlender Erde.

Ueber das Quantum der abzufahrenden resp. der zu liefernden Erde hat Unternehmer sich vor Abgabe seiner Offerte zu informiren, da der Preis für diese Arbeiten resp. Lieferungen nach der zu pflasternden Anzahl Quadratmeter Strassenfläche berechnet wird.

§ 3. Planumsarbeiten.

Vor Einbringung der Unterbettung ist das Planum auf eine entsprechende Strecke von mindestens 20 m Länge gehörig zu reguliren und genau dem zukünftigen Strassenprofile entsprechend abzugleichen.

Mit der Herstellung der Unterbettung darf nicht früher begonnen werden, bis Seitens der Bauinspection ausdrücklich anerkannt, dass der Boden bis zur vorgeschriebenen Tiefe abgefahren ist.

§ 4. Herstellung der Schotter-Unterbettung.

Die Schotter-Unterbettung besteht nach der Fertigstellung in der Regel aus einer

a) ca. 10 cm starken Packlage,
b) ca. 10 „ „ Schotterlage,
c) ca. 2—3 cm starken Kieslage.

Bei Benutzung der Dampfwalze zur Beseitigung der Steinbettung kann die ganze Steinunterbettung (Pack- und Schotterlage) auf ca. 18 cm eingeschränkt werden.

Die Packlage und die Schüttlage werden durch den Unternehmer ganz nach Art einer Chaussee-Pack- und Schuttlage auf das regulirte Planum auf-

Digitized by Google

gebracht, und alsdann dieser Unterbau durch die Bauverwaltung und auf deren Kosten gehörig abgewalzt.

Sollte an einzelnen Stellen der Unterbau durch die Walze mehr als 4 cm zusammen- oder in den Boden eingedrückt werden, so dass zur Ausgleichung dieser Differenz nachträglich noch ein Aufbringen von Schüttsteinen oder Steingruss erforderlich ist, so hat Unternehmer letzteres unentgeltlich auszuführen.

Ebenso hat der Unternehmer an solchen Stellen, wo die Steinunterbettung nach dem Abwalzen etwa noch zu hoch sein sollte, von der Packung so viel wie erforderlich ist, in vorsichtiger Weise und unentgeltlich abzunehmen.

§ 5. Herstellung der Beton-Unterbettung.

Die Beton-Unterbettung, wo solche statt der in § 4 beschriebenen Schotter-Unterbettung zur Ausführung kommt, besteht aus einer

a) 20 cm starken Betonlage,

b) 2 bis höchstens 3 cm starken Kieslage.

Der Beton wird aus einer Mischung von Cement mit Steinschlag oder mit besonders grobkörnigem Kies hergestellt, bei einem Mischungsverhältniss von einer Tonne Cement à 170 kg netto auf 1 cbm Kies. Die Zubereitung und das Aufbringen des Betons ist in vorsichtiger Weise und den Seitens der Bauverwaltung in der „Instruction über die Herstellung von Pflasterungen mit fester Unterbettung“*) darüber aufgestellten besonderen Vorschriften entsprechend vorzunehmen.

§ 6. Materialien für die Unterbettung.

Sämmtliche Materialien zur Herstellung der Unterbettung (§§ 4 und 5) werden durch die Bauverwaltung angeliefert und zwar, sofern nicht etwas Anderes besonders bedingt wird, auf der Baustelle selbst. Die Stellung und Vorhaltung sämmtlicher zur Herstellung der Unterbettung nöthigen Vorrichtungen und Geräthschaften ist ausschliesslich Sache des Unternehmers.

§ 7. Herstellung des Pflasters.

Das Pflaster wird mit Steinen ..... Klasse nach den in der Bauinspection befindlichen und dort einzusehenden Instructionen und Detailzeichnungen ausgeführt. Alle etwa ausserdem noch nöthigen Anweisungen etc. erhält der Unternehmer während der Ausführung von der Bauinspection.

§ 8. Heranschaffen der Materialien.

Sämmtliche Materialien werden dem Unternehmer in möglichster Nähe der Verwendungsstelle angeliefert, und hat letzterer alsdann das Heranschaffen bis zur Verwendungsstelle auf seine Kosten zu bewirken.

§ 9. Fixpunkte.

Die für die Ausführung erforderlichen Fixpunkte werden dem Unternehmer an Ort und Stelle angegeben und hat derselbe durch öfteres Nachwiegen dafür zu sorgen, dass das Pflaster überall genau die beabsichtigte Höhenlage erhält.

---

*) Siehe § 56 dieses Werkes.

Digitized by Google

Sollten hierbei durch die Schuld des Unternehmers Fehler und Mängel in der Ausführung entstehen, so hat der Unternehmer die Kosten für die Beseitigung derselben zu tragen.

§ 10. Ausgiessen der Fugen.

Das Pflaster selbst wird nach dem Versetzen der Steine mit hydraulischem Kalk- oder Cementmörtel ausgegossen, und hat der Unternehmer diese Arbeit mit auszuführen, auch alle dazu nöthigen Geräthschaften vorzuhalten und das erforderliche Wasser zu beschaffen; das zum Ausfugen zu verwendende Material wird Seitens der Bauverwaltung geliefert; die nähere Anweisung über die Art und Weise, in welcher diese Arbeit vorzunehmen ist, erhält der Unternehmer von der Bauinspection und ist dieselbe genau zu befolgen.

§ 11. Nacharbeiten der Steine.

Das Nacharbeiten einzelner Steine, soweit dieses bei Herstellung besonderer Anschlüsse erforderlich ist, besonders auch das Zurichten von Dreiecksteinen etc. für die seitlichen Anschlüsse des Pflasters hat der Unternehmer — sofern hierfür nicht etwas Anderes vereinbart wird — ohne besondere Vergütigung auszuführen, und wird hierbei noch besonders bedingt, dass diese Arbeiten in möglichst vorsichtiger und sachgemässer Weise, also auch durch geübte und sachverständige Arbeiter ausgeführt werden. Sollten hierbei durch unvorsichtiges und ungeschicktes Arbeiten Steine beschädigt und unbrauchbar gemacht werden, so hat der Unternehmer den dadurch verursachten Schaden der Bauverwaltung unweigerlich zu ersetzen, und sind zur Bestimmung hierüber einzig und allein die Angaben des Bauinspectors, denen sich der Unternehmer ausdrücklich unterwirft, massgebend.

§ 12. Anfangspunkt, Beginn und Förderung der Arbeit.

Die Disposition über die Einrichtung der ganzen Arbeit erhält der Unternehmer seiner Zeit von der Bauinspection und hat ersterer dieselbe genau zu befolgen.

Es wird noch besonders bedingt, dass zu diesen Arbeiten nur durchaus tüchtige, gewandte und ordentliche Leute zu stellen sind; desgleichen wird der Unternehmer ausdrücklich verpflichtet, die Arbeiten durchweg mit der grösstmöglichsten Beschleunigung zu betreiben und unweigerlich und stets so viel Arbeitskräfte zu stellen, wie Seitens der Bauinspection verlangt wird; auch die Einrichtung doppelter oder selbst mehrfacher Arbeitscolonnen hat der Unternehmer sofort vorzunehmen, sobald und soweit dieses nothwendig und von der Bauinspection verlangt wird. — Der Aufseher oder Polier des Unternehmers hat besonders auch mit dafür zu sorgen und zu achten, dass auf der Baustelle stets die möglichst beste Ordnung herrscht und jeder Unfug vermieden wird.

§ 13. Nebenarbeiten etc.

Alle in den vorstehenden Bedingungen erwähnten Arbeiten hat Unternehmer, sofern nicht etwas Anderes ausdrücklich angegeben, für die von ihm abgegebenen Preise auszuführen.

Ausser den in § 15 der allgemeinen Bedingungen aufgeführten Arbeiten etc. hat Unternehmer das während und nach der Arbeit ausgeworfene Steinmaterial

Digitized by Google

in Haufen zur Abfuhr zusammen zu setzen. Desgleichen ist das Pflaster von dem Unternehmer sowohl während der Arbeit als auch 14 Tage nach Vollendung derselben zur Verhütung des Staubes täglich mindestens zweimal gehörig mit Wasser zu besprengen. — Für alle diese Arbeiten wird dem Unternehmer keine besondere Vergütigung gewährt.

Nebenarbeiten als Anschlusspflaster werden nach den Sätzen berechnet, welche von der Bauinspection bei den Reparaturen gezahlt werden.

§ 14. Abnahme der Arbeiten.

Frühestens 14 Tage, nachdem die Arbeiten in der vorgeschriebenen Weise fertig gestellt sind, findet eine Besichtigung und event. Abnahme des Pflasters statt, wozu das auf den Steinen liegende Deckmaterial durch den Unternehmer unentgeltlich zu entfernen und abzufahren ist. Wenn sich bei dieser Besichtigung noch Unregelmässigkeiten (Versenkungen, zerrammte Steine) vorfinden, oder wenn das Pflaster nicht vollständig frei von Kies ist, so findet eine Abnahme nicht statt; der Unternehmer ist vielmehr verpflichtet, die Unregelmässigkeiten zu beseitigen. Bei diesen Ausbesserungsarbeiten hat Unternehmer auf seine Kosten den etwa erforderlich werdenden Kies — in derselben Güte, wie der verwendete, zu beschaffen und anzufahren, auch die erforderlichen Steine vom Depotplatze an- und die übrig bleibenden resp. erübrigten Steine auf seine Kosten abzufahren.

Hat eine Abnahme bei der ersten Besichtigung nicht stattgefunden, so wird frühestens 8 Tage nach der ersten Besichtigung eine zweite anberaumt. Sollten sich auch hier noch Unregelmässigkeiten zeigen, so steht der Bauinspection das Recht zu, die noch fehlenden Arbeiten und Materialien auf Gefahr und Kosten des Unternehmers von irgend einem Dritten ausführen resp. liefern und anfahren und das Pflaster in den vorschriftsmässigen Zustand bringen zu lassen.

Die hierdurch entstandenen Kosten werden dem Unternehmer von seiner Rechnung gekürzt.

§ 15. Schlussrechnung.

Die Schlussrechnung ist spätestens 14 Tage nach Fertigstellung der sämmtlichen Arbeiten einzureichen und erfolgt die Zahlung erst dann, wenn sämmtliche in den vorstehenden Paragraphen enthaltenen Bedingungen erfüllt sind.

Berlin, den .... ten 18

..... te Stadt-Bauinspection.

VII. Specielle Bedingungen

für Fuhrleistungen zu städtischen Bauausführungen.

1) Bezeichnung der Materialien.

Die zu Bauausführungen des Tiefbaues erforderlichen Fuhrleistungen erstrecken sich auf folgende Materialien:

a) Pflastersteine,

b) Chaussirungssteine,

c) Pflasterkies,

Digitized by Google

d) Pflastersand,
e) Erdboden,
f) sonstige Materialien.

Die Bauverwaltung behält sich jedoch das Recht vor, einzelne ad a) bis f) bezeichnete Fuhrleistungen jederzeit ganz oder theilweise einem anderen Unternehmer zu übertragen.

2) Abfuhr der Materialien.

Die bei den einzelnen Bauausführungen gewonnenen Materialien, als:

„Pflastersteine, Chaussirungssteine, Erdboden etc."

sind entweder nach einem der städtischen Materialien-Lagerplätze oder, sofern sie sofort bei anderem Bauausführungen Verwendung finden sollen, nach der neuen Arbeitsstelle abzufahren.

Die Abfuhr der Materialien ist so zu bewerkstelligen, dass dabei der Fortgang der Arbeiten in keiner Weise gestört oder behindert wird, auch muss sich dieselbe genau nach dem Fortschreiten der einzelnen Arbeiten richten.

3) Nachrücken der Materialien.

Das Abladen der Materialien an ihren Verwendungsstellen ist so zu bewirken, dass ein späteres Nachrücken vermieden wird, es dürfen die Materialien überhaupt nur in einer Entfernung von höchstens 20 m von der Verwendungsstelle abgeladen werden. Sollte trotzdem durch Schuld des Unternehmers das Material nicht in der vorgeschriebenen Entfernung resp. an die ihm vom Bauleitenden bezeichneten Stellen angefahren sein, so dass ein Nachrücken erforderlich wird, so hat dieses der Fuhrunternehmer unentgeltlich zu bewirken. Anderen Falles geschieht dieses auf seine Kosten durch die Bauverwaltung.

4) Auf- und Abladen.

Beim Auf- und Abladen der Materialien haben die Leute des Unternehmers die Anordnungen der städtischen Baubeamten genau zu befolgen, insbesondere sind diejenigen Materialien, welche durch Stossen oder Werfen beschädigt werden können, wie vollkantig bearbeitete Pflastersteine etc. durchaus vorsichtig zu behandeln. Dieselben dürfen beim Auf- und Abladen nicht geworfen, sondern müssen vielmehr behutsam niedergelegt werden. Für jeden Schaden, der durch unvorsichtiges Handtiren beim Verladen und beim Transport an dem Material herbeigeführt wird, haftet der Fuhrunternehmer und hat dafür nach Bestimmung und Festsetzung des Bauinspectors Entschädigung zu leisten.

5) Fuhrleute.

Der Unternehmer hat besonders auch dafür strengste Sorge zu tragen, dass Seitens der Fuhrleute auf den Bau- und Verladestellen jede rohe und Aufsehen erregende Behandlung der Pferde — Thierquälerei — vermieden und in dieser Beziehung den Anordnungen der Bauaufseher und Baubeamten strengstens Folge geleistet wird. Leisten die Führer oder Begleiter der Fuhrwerke den Anordnungen der gedachten Baubeamten nicht Folge oder handeln sie ihnen zuwider, so steht dem Bauinspector das Recht zu, gegen den Contravenienten eine Ordnungsstrafe von 10—30 M. festzusetzen. Für die Bezahlung dieser Ordnungsstrafen haftet der Unternehmer der Art, dass er sich mit

Digitized by Google

Ausschluss jeden Prozessweges den Abzug derselben von seiner Forderung gefallen lassen muss; ihm wird auch die, die Festsetzung der Ordnungsstrafe enthaltende Verfügung der Bauinspection behufs Zustellung an den Contravenienten behändigt, zu dessen Bezeichnung es ausreicht, wenn auch nur der von demselben geführte Wagen und die Zeit der Contravention angegeben wird.

6) Haftbarkeit der Unternehmer wegen Beschädigungen etc.

Die Unternehmer haften für alle Schäden, welche durch ihre Fuhrleute an den an der Baustelle angrenzenden Grundstücken oder Anlagen etc. herbeigeführt werden.

Gegen die Verfügung des Bauinspectors steht dem Unternehmer die Berufung an die Baudeputation oder den Magistrat zu, bei dessen Bescheide es jedoch, unter Ausschluss des Rechtsweges, bewendet.

7) Beschaffenheit der Fuhrwerke.

Diejenigen Wagen, welche zum Transport der im § 1 bezeichneten Materialien verwendet werden sollen, sind so zu bauen, dass der Kasten scharf abgeglichen 2 cbm Rauminhalt hat, welches Maass durch Ausmessung revidirt wird. Die Construction der Kasten soll eine Formveränderung nicht zulassen; der Kasten soll stark gebaut, in den Fugen dicht schliessend sein, damit während des Transportes kein Material verloren gehen kann.

8) Bezeichnung der Fuhrwerke.

Die städtische Bauverwaltung liefert dem Unternehmer für jeden eingestellten Wagen nach erfolgter Prüfung des Wagenkastens, ein Blechschild, welches mit der Aufschrift „St. B. V.“ und einer Nummer versehen ist. Diese Schilder müssen nach Vorschrift der Bauverwaltung an dem Wagenkasten befestigt werden und sind durch den Unternehmer, auf seine Kosten, besonders bezüglich der Aufschrift stets in gutem Zustande zu erhalten.

Nach Erfüllung des Vertrages event. nach Lösung desselben ist Unternehmer verpflichtet, die an seinen Wagen befestigt gewesenen Schilder der Bauverwaltung zurück zu geben.

9) Benutzung unvorschriftmässiger Fuhrwerke.

Jedem Unternehmer, der einen Wagen einstellt, dessen Kasten nicht das volle hier vorgeschriebene Maass hat, oder an welchem kein Schild angebracht ist, wird für jeden einzelnen Fall ein Abzug von 10 M. von seinem Guthaben gemacht.

10) Pflastersteine.

Alle von resp. nach den Depots angefahrenen Pflastersteine werden nach den von der Depotverwaltung festzusetzenden Massen berechnet, mit Ausnahme der nach dem Ermessen der Bauinspection nach Colonne 9 der Fuhrkosten-Tabelle geleisteten Fuhren. Die von einer Strasse zur andern abzufahrenden Pflastersteine werden an der Abladestelle aufgesetzt und erfolgt die Berechnung nach dem Aufmaass. Das Aufsetzen auf den Depotplätzen und auf den Abladestellen geschieht auf Kosten der Bauverwaltung.

Hierzu wird bemerkt, dass auf eine vollgeladene zweispännige Fuhre (= $^1/_3$ Waggonladung oder 3333 kg) zu rechnen sind:

Digitized by Google

a) bei Steinen Klasse I—IV—V.

Quantum Quadratmeter	Steinklasse	Gesteinsart	Höhen Centimeter
6—7	I.	Schwedischer Granit	20/21
		Oberlausitzer Diabas	19/20
7—8	I.	Schwedischer Granit	19/20 18/19
		Schlesischer Granit	19/20
		Mauthausener Granit	19/20 18/19 17/18
		Scherdinger Granit	19/20 18/19
	II.	Harzer Grauwacke	19/20
	III.	Oberlausitzer Diabas	17/18
	IV.	Oberlausitzer Diabas und Dornreichenbacher Porphyr	
8—9	I.	Schwedischer Granit	17/18
		Schlesischer Granit	17/18 18/19
	II.	do. do.	19/20
		Scherdinger Granit	18/19
	III.	Schlesischer Granit	19/20 18/19
		Dornreichenbacher Porphyr	19/20
		Oberlausitzer Granulit	19/20
		Harzer Grauwacke	19/20
	IV.	Schwedischer Granit	
		Märkischer Granit	
		Harzer Grauwacke	
9—10	II.	Grauwacke	17/18
	III.	do.	17/18
		Belgischer Grünstein-Porphyr	17/18
10—11	II.	Basaltlava	19/20
		Belgischer Porphyr	15/16
	III.	Pfälzer Melaphyr	17/18
11—12	III.	Belgischer Porphyr	15/16
12—13	I.	Kunstbasalt	

b) 2 cbm bei polygonalen Kopfsteinen und geringeren Steinsorten. Klasse VI bis IX.

11) Pflasterkies, Sand und andre Chaussirungssteine.

Die Berechnung des an- resp. abgefahrenen Kieses, Sandes und der Chaussirungssteine geschieht in den meisten Fällen nach den geleisteten Fuhren. Es steht indessen der Bauverwaltung frei, jederzeit die angefahrenen Materialien aufsetzen zu lassen und die hiernach sich ergebenden Massen der Kostenberechnung zu Grunde zu legen. Die Kosten für das Aufsetzen trägt in diesem Falle der Unternehmer.

Eine vollgeladene zweispännige Fuhre wird zu 2 cbm gerechnet, wobei fest zu halten ist, dass die auf der Verwendungsstelle anlangende Fuhre Kies unter Berücksichtigung des Sackmaasses mindesten 1,8 cbm, Sand desgl. 1,9 cbm messen muss.

12) Bewegung von Erdboden.

Bei Bewegung von Erdboden, der zur Aufhöhung von Strassen etc. Verwendung finden soll, wird unter Hinweis auf die für Erdarbeiten vorgeschrie-

Digitized by Google

benen speciellen Bedingungen bemerkt, dass hier nur die wirklich festen Massen in Berechnung kommen, und dass demgemäss eine vollgeladene zweispännige Fuhre (§§ 7—9) in maximo 1,5 cbm feste Masse Auftrags- resp. Abtragsboden zu rechnen ist.

13) Nicht voll geladene Fuhren.

Jede Fuhre, die nicht nach den vorstehenden Bestimmungen vorschriftsmässig vollgeladen ist, wird nur mit der Hälfte des für die vollgeladenen Fuhren nach diesem Vertrage festgesetzten Preises berechnet.

14) Berechnung der Entfernungen.

Die Entfernungen von der Abfuhr bis zur Verwendungsstelle, resp. des Auf- und Abladeortes werden nach dem amtlichen Droschkenwegemesser und dem sich hierdurch ergebenden kürzesten zur Zeit benutzbaren Fahrweg berechnet und festgesetzt.

15) Fuhrkostentabelle.

Den im § 10—12 enthaltenen Bestimmungen gemäss ist die beigeheftete Fuhrkostentabelle*) berechnet und soll dieselbe bei den entsprechenden Arbeitsleistungen zu Grunde gelegt werden.

16) Preisabgabe.

Der festgesetzten Fuhrtabelle entsprechend hat der Unternehmer die Preise für sämmtliche in derselben enthaltenen Positionen abzugeben, und zwar, falls er nicht bereit ist, für die festgesetzten Preise die Arbeiten zu übernehmen, unter genauer Bezeichnung des Auf- und Abgebotes nach Procentsätzen.

Für die abgegebenen Preise ist der Unternehmer verpflichtet, event. alle bei der betreffenden Bauausführung erforderlichen Fuhren zu leisten.

17) Beginn und Förderung der Arbeiten.

Von den generellen Dispositionen über die für die einzelnen Bauausführungen zu leistenden Fuhren wird dem Unternehmer vor Inangriffnahme der Arbeiten — jedoch ohne Verbindlichkeit für die Commune — Kenntniss gegeben.

Mit den Fuhren selbst hat der Unternehmer 3 Tage nach geschehener Aufforderung zu beginnen und sich über den Fortgang der Arbeiten und den Bedarf der zu leistenden Fuhren in steter Kenntniss zu halten.

Es hat deshalb der Unternehmer auf die pünktlichste Erfüllung der im § 2 und 3 enthaltenen Bestimmungen sein Augenmerk zu richten.

Bei jeder Anfuhr hat sich das zu leistende Quantum nach dem Fortschritte der einzelnen Arbeiten zu richten, und muss der Unternehmer dafür sorgen, dass ein Mangel an Material nie eintreten kann, andernfalls feiern die betreffenden Arbeiter auf Kosten des säumigen Unternehmers.

Im Uebrigen treten, falls der Unternehmer seine Verbindlichkeiten nicht erfüllt, die Bestimmungen des § 11 der allgemeinen Bedingungen in Kraft.

---

*) Seite 530 des Anhangs.

Digitized by Google

18) Abholung der Bestellzettel.

Der Unternehmer ist verpflichtet, die Bestellzettel für den folgenden Tag jeden Nachmittag von 2 bis 3 Uhr aus dem Büreau der betreffenden Bauinspection abzuholen und rechtzeitig den betreffenden Depots auszuhändigen.

19) Anfuhr des Kieses und Pflastersandes.

Der Unternehmer ist verpflichtet, die bestellten Materialien von 6 Uhr Morgens bis 7 Uhr Abends auf die ihm bezeichneten Baustellen anzuliefern; für Fuhren, welche nach 7 Uhr Abends ankommen und für welche daher seitens des Aufsehers ein Ablieferungsschein nicht ertheilt werden kann, erhält Unternehmer nicht allein keine Bezahlung, sondern hat auch den Werth der Materialien zu bezahlen.

20) Controle der Fuhren.

Der Unternehmer verpflichtet sich, die ihn betreffenden und ihm bekannt zu machenden Bestimmungen behufs der Controle der Fuhren genau zu befolgen, resp. seine Fuhrknechte dazu anzuhalten.

21) Zahlungen.

Der Unternehmer ist verpflichtet, allen Anträgen auf Abschlags- wie Schlusszahlungen die bezüglichen Lieferscheine der Aufseher beizufügen. Fuhren, für welche Quittungen der Aufseher nicht beigebracht werden, sollen nicht nur nicht bezahlt werden, sondern es hat Unternehmer auch den Werth des Materials zu erstatten.

22) Allgemeine Bestimmungen.

Dem Unternehmer wird zur Pflicht gemacht, dafür zu sorgen, dass allen denjenigen Anordnungen, welche seitens der Bauverwaltung oder deren Beamten für die Ausführung der Arbeiten überhaupt, sowie zur Controle der Fuhren getroffen werden, unweigerlich nachgekommen werde. Im Uebrigen wird auf den § 9 der allgemeinen Submissionsbedingungen verwiesen mit dem ausdrücklichen Bemerken, dass die in demselben enthaltenen Bestimmungen auch für das Benehmen der Fuhrleute auf den Fahrten von den Depotplätzen zu den Baustellen und von einer Baustelle zur anderen etc. Geltung haben.

23) Vollziehung der Bedingungen.

Der Unternehmer hat diese Bedingungen durch seine Namensunterschrift zu vollziehen zum Zeichen, dass er dieselben als bindend und massgebend anerkannt.

Berlin, den .... ten .....18....

.... te Stadt-Bauinspection.

Digitized by Google

VIII. Fuhrkosten-Tabelle

für die An- und Abfuhr der zu den Bauausführungen im Jahre 18.... erforderlichen Materialien.

Nummer	Eintheilung von der Abfuhr bis zur Verwendungsstelle gemessen in der Länge des kürzesten Fahrweges nach dem Droschken-Wegemesser		Würfelsteine und rechteckig bearbeitete Reihensteine, von denen eine vorschriftsmässig beladene Fuhre enthält										Kopf- gewöhnliche Pflaster-, Abzugs- steine, Klus und Pflasterrand		Chausirungs- steine		Eine vollgeladene zweispännige Fuhre mit 2 cbm Inhalt des Kastens	
			6—7 qm		7—8 qm		8—9 qm		9—10 qm		10—11 qm		11—12 qm					
			pr. qm		pr. qm		pr. qm		pro qm		pro qm		pro qm		pr. cbm		pr. cbm		pr. Fuhre	
	von Meter	bis Meter	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.
			1		2		3		4		5		6		7		8		9	
1	1	500	0	28	0	24	0	21	0	19	0	17	0	16	0	90	1	05	1	80
2	501	1000	0	31	0	27	0	24	0	21	0	19	0	17	1	00	1	15	2	00
3	1001	1500	0	32	0	28	0	25	0	22	0	20	0	18	1	05	1	20	2	10
4	1501	2000	0	35	0	31	0	27	0	24	0	22	0	20	1	15	1	30	2	30
5	2001	2500	0	40	0	35	0	31	0	27	0	25	0	23	1	30	1	45	2	60
6	2501	3000	0	45	0	39	0	34	0	31	0	28	0	25	1	45	1	60	2	90
7	3001	3500	0	49	0	43	0	38	0	34	0	30	0	28	1	60	1	75	3	20
8	3501	4000	0	54	0	47	0	41	0	37	0	33	0	30	1	75	1	90	3	50
9	4001	4500	0	60	0	52	0	46	0	41	0	37	0	34	1	95	2	10	3	90
10	4501	5000	0	65	0	56	0	49	0	44	0	40	0	37	2	10	2	25	4	20
11	5001	5500	0	71	0	61	0	54	0	48	0	44	0	40	2	30	2	45	4	60
12	5501	6000	0	77	0	67	0	59	0	53	0	48	0	43	2	50	2	65	5	00
13	6001	6500	0	83	0	72	0	64	0	57	0	51	0	47	2	70	2	85	5	40
14	6501	7000	0	89	0	77	0	68	0	61	0	55	0	50	2	90	3	05	5	80
15	7001	7500	0	97	0	84	0	74	0	66	0	60	0	55	3	15	3	30	6	30
16	7501	8000	1	05	0	90	0	80	0	72	0	65	0	59	3	40	3	55	6	80
17	8001	8500	1	12	0	97	0	86	0	77	0	70	0	63	3	65	3	80	7	30
18	8501	9000	1	20	1	04	0	92	0	82	0	74	0	68	3	90	4	05	7	80
19	9001	9500	1	28	1	11	0	98	0	87	0	79	0	72	4	15	4	30	8	30
20	9501	10000	1	38	1	20	1	06	0	95	0	86	0	78	4	50	4	65	9	00

IX. Auszug aus dem Lastenheft

der vom 1. Januar 1873 bis 31. December 1881 auszuführenden Unterhaltungsarbeiten für die Stadt Strassburg im Elsass.*)

Besondere Bestimmungen für Pflasterarbeiten.

Art. 284. Eigenschaften und Vorrath des Materials.

Alle Pflastersteine müssen aus dem Rhein bezogen und dem Bett des Stromes entnommen werden. Sie müssen wenigstens 0,16—0,20 lang sein, und

*) Wurde dem Verfasser von dem Bürgermeisteramt der Stadt Strassburg im Elsass freundlichst zur Verfügung gestellt.

Digitized by Google

0,30 Umfang in der Mitte haben; kleinere Kiesel werden nicht angenommen. Jedenfalls muss der Stein zweimal so lang als breit sein.

Die Steine müssen quarz- oder granitartig sein; alle entlagerten, gespaltenen, abgestossenen Steine, oder solche, die nicht die vorgeschriebenen Dimensionen haben, werden ausgeschlossen.

Drei Monate nach der Genehmigung des Versteigerungs-Protokolls muss der Unternehmer, sowohl durch seine Vorräthe als durch die Einrichtung seiner Werkstätten, im Stande sein, alle Unterhaltungsarbeiten des Dienstjahres, bei Vermeidung der Aufhebung seines Vertrages, bestreiten zu können. Ausser diesen Bedürfnissen muss er vom künftigen 1. Juli an, und während der ganzen Dauer seiner Unternehmung, einen beständigen Vorrath von 200 cbm geköpfter Steine haben. Beim Ablauf seines Vertrags wird dieser Vorrath von dem neuen Unternehmer zum Preise von 24 Frs. pro Cubikmeter übernommen.

Art. 285. Köpfen der Pflastersteine.

Das Köpfen besteht im Abschlagen mit dem Hammer der Köpfe der Pflastersteine, um denselben eine recht ebene Oberfläche zu geben, die ein vollkommenes oder längliches Viereck bildet, mit einer Duldung, die für jeden Winkel bei den grossen Kieseln nicht 0,03 und bei den kleinen nicht 0,02 übersteigen darf.

Die vier Seiten müssen wenigstens auf ein Drittel der Steinhöhe abgeviertet werden; die zwei andern Drittel müssen eine abgeschnittene Pyramide bilden, mit abgeflächter Unterbasis, die zwar auch rund sein kann, aber wenigstens ein Viertelsmal so gross als die obere sein muss.

Die kleinste Dimension der oberen Fläche der geköpften Pflastersteine muss 0,08 bei den grossen, und 0,05 bei den kleinen haben. Zudem darf die Länge der grossen nicht weniger als 0,14, und die der kleinen Steine 0,09 haben; die Höhe des also behauenen Pflastersteines muss wenigstens $1^1/_4$ so gross als die grösste Dimension der obern Fläche sein.

Art. 286. Versetzen der Steine.

Vor dem Einsetzen der Steine muss der Unternehmer die Fahrstrasse reinigen, von Erde und Schutt säubern, und diese an die ihm bezeichneten Orte bringen lassen. Sodann muss er die Form accurate ausgraben lassen, um dieselbe von der Erde und andern Stoffen zu reinigen, welche den festen Einsatz des Pflasters behindern könnten. Die Form wird dann mit einer 0,18 hohen Schicht von neuem Sand aufgefrischt. Wenn eine grössere Erhöhung stattfindet, so wird diese besonders bezahlt.

Bevor man das Pflastern beginnt, bestimmt man mittelst Absteckpflöcke die Alignements und Neigungen nach den dem Unternehmer angegebenen Plänen und Profilen. Die Pflastersteine werden dann in perpendiculären Schichten und gleichmässigen und gedrängten Reihen eingesetzt, indem man dabei die Steine 0,03 über die Pflöcke vorragen lässt. Was die Rinnensteine betrifft, so müssen diese sogleich bei ihrem Einsatz in ihrer eigentlichen Lage wohl befestigt und stark mit dem Hammer beklopft werden. Bei ihrem Einsetzen müssen alle Pflastersteine in ihren Fugen mit Sand belegt werden.

Das Pflaster wird dann dreimal mit einer 25 kg schweren Handramme festgeschlagen, und zwar muss ein jeder Stein bis zum Widerstand eingeschlagen

Digitized by Google

werden; wenn es Noth thut, müssen die Steine zum vierten Mal festgeschlagen werden.

Nach dem zweiten Berammen begiesst man das Pflaster, und nimmt das dritte erst des andern Tages vor. Nach Beendigung dieser Operation, und nach Besichtigung des Pflasters durch den Architekten oder den Werkführer, bedeckt man die ganze Oberfläche mit einer wenigstens 0,03 hohen Schicht Pflastersand.

Art. 287. Versetzen in Mörtel.

Das Versetzen der Steine in Mörtel wird nach allen Vorschriften des Art. 286 vorgenommen. Jedoch wird die Sandform, statt auf 0,18 hoch zu sein, auf 0,12 reducirt. Ueber diese Form wird eine Schicht von grobem Schwarzmörtel ausgebreitet, in welche man die Pflastersteine so einsetzt, dass unter dem unteren Ende der Kiesel wenigstens eine Höhe von 3 cm übrig bleibt. Die Pflastersteine werden in gedrängten Reihen mit einem aufquillenden Mörtelbad eingesetzt und mit der Ramme eingeklopft, ehe der Mörtel steif geworden ist; dann giesst man feinen Mörtel darüber und drängt diesen in alle Fugen ein.

Art. 288. Trottoirs.

Die Pflastersteine für Mosaiktrottoirs müssen auf allen Seiten gut behauen werden; sie müssen wenigstens 0,08 hoch sein und 250 auf 1 qm gehen.

Das Pflaster muss aus blauen Sanct-Nabor-Steinen oder aus Rheinkieseln, je nach der Wahl der Verwaltung gemacht werden. Wendet man die Erstern an, so muss das natürliche Lager der Steine immer an die Oberfläche kommen; bei den Rheinkieseln muss die Oberfläche so behauen werden, dass sie vollkommen eben wird.

Das Pflaster wird mit einem 0,03 dicken Mörtelbad in eine 0,12 hohe Sandschicht eingesetzt, indem man dabei alle in den Art. 286 und 287 aufgestellten Vorschriften befolgt.

Wenn die Oberfläche gehörig mit einer 15 kg schweren Ramme bestossen worden, giesst man feinen Schwarzmörtel darauf, den man in die Fugen eindringen lässt. — Diese Trottoirs werden nach dem Verzeichnisspreis, auf den Quadratmeter bezahlt.

Art. 289. Umgearbeitetes Pflaster.

Die aufzubrechenden Pflastersteine müssen sorgfältig herausgenommen werden. Der Ausschuss wird von den wieder verwendbaren Steinen entfernt. Sodann nimmt man den oberen Theil der alten Form hinweg, und erneuert diese, je nach Vorschrift 0,08 oder 0,18 hoch.

Wenn die Pflastersteine zu köpfen sind, so befolgt man dabei die Bestimmungen des Art. 285. Das Wiederversetzen der Steine muss nach den Neigungen, Richtungen und andern in Art. 286 enthaltenen Vorschriften ausgeführt werden.

Das Aufbrechen des Pflasters kommt stets fort auf Rechnung des Unternehmers; allein, wenn die Steine von einem andern Werkplatz oder aus dem Stadtmagazin kommen, so wird der Transport derselben besonders bezahlt.

Digitized by Google

Art. 290. Ausmessung und Bezahlung.

Die Pflaster, sowohl die neuen wie die umgearbeiteten, werden nach ihrer wirklichen Oberfläche, mit Inbegriff aller Lieferung und Handarbeit, auf den Quadratmeter bezahlt.

Die Erhöhungen (Auffüllungen) mit Sand, die der Unternehmer etwa auszuführen hat, werden nach dem Verzeichnisspreis auf den Cubikmeter bezahlt.

Art. 291. Garantie.

Der Unternehmer ist für die gute Ausführung seiner Arbeiten auf ein Jahr, vom Tage der Genehmigung der Aufnahme seiner Arbeiten ab, verantwortlich.

Während dieser Zeit ist derselbe verbunden, alle zerbrochenen oder ausser Verband gekommenen Steine zu ersetzen, sowie sämmtliche Löcher und Vertiefungen, die etwa entstehen würden, herzustellen.

Art. 292. Zerklopfte Kiesel.

Die Abfälle, die vom Behauen der neuen Pflastersteine herrühren, welche zu den von der Stadt ausgeführten gewöhnlichen oder aussergewöhnlichen Arbeiten verwendet werden, bleiben das Eigenthum des Unternehmers, und sind auf seine Kosten vom Werkplatze zu entfernen. In dem Falle jedoch, wo die Stadt dieselben für ihre Bedürfnisse verwenden wollte, werden die Ausschüsse und Abfälle direct und unentgeltlich an die hierzu bestimmten Orte gebracht.

Selbst nach ihrer Wegnahme vom Werkplatz ist die Stadt berechtigt, das Eigenthum dieser Materialien zu beanspruchen; jedoch in diesem Falle geschieht die Beförderung auf städtische Kosten. In beiden Fällen werden diese Abfälle dem Unternehmer zu den im Verzeichniss aufgestellten Preisen bezahlt.

Was die von dem Behauen alter Pflastersteine herrührenden Abfälle und Ausschüsse betrifft, so bleiben dieselben Eigenthum der Stadt, und werden so zerklopft, dass die grössten Stücke durch einen Ring von 6 cm Durchmesser passiren können.

Das Zerklopfen dieser Ausschüsse, sowie das Fortschaffen dieses Materials an die verschiedenen Verwendungsstellen werden dem Unternehmer zu den im Verzeichniss aufgestellten besondern Preisen bezahlt.

Die Lieferungen von zerklopften Steinen, welche der Unternehmer etwa zu machen hätte, sind denselben Bedingungen unterworfen, und werden ohne Preiserhöhung an die entweder im Innern der Stadt, oder ausserhalb derselben, in einer Entfernung im Umkreis von 1 km vom Thore ab, zu bezeichnenden Orte geführt.

In beiden Fällen dürfen die zerklopften Steine weder Erde noch Schutt, noch andere fremde Stoffe enthalten.

Für diese Steine wird der Unternehmer, nach den Verzeichnisspreisen, auf den Kubikmeter bezahlt.

Digitized by Google

Auszug aus dem Preisverzeichniss für Pflasterarbeit.

Tagwerke.		Fcs.
Neues Pflaster.		
Pflästerer	Tag	4,00
Taglöhner	„	2,80
Pflaster mit gewöhnlichen Rheinkieseln, auf neue, 0,18 hohe Sandschicht	qm	3,50
Pflaster mit geköpften Rheinkieseln, auf neue, 0,18 hohe Sandschicht, ohne Aufbrechen des alten Pflasters	„	5,50
Pflaster mit kleinen geköpften Rheinkieseln, auf neue, 0,18 hohe Sandschicht, ohne Aufbrechen des alten Pflasters	„	4,50
Zulage für Pflaster in groben schwarzen Mörtel eingefasst	„	1,00
Neues Trottoir aus Mosaikpflaster, in Mörtel eingesetzt, jeder Quadratmeter 250 Steine enthaltend	„	6,00
Rinnen aus Sankt-Nabörsteinen, gleichförmig 0,15 breit, in 0,18 tiefe Sandschicht eingesetzt	„	8,00
Do. in schwarzen Mörtel eingesetzt	„	9,00
Pflastererersand für Erhöhung über 0,18	cbm	3,20
Erdabtrag, um den Fall und die Nivellirung des Pflasters anzulegen, incl. Aufladen	„	0,60
Laden von Erde oder Kies auf Schubkarren und Befördern auf eine Station	„	0,30
Laden von Erde oder Kies und Transport an einen zu bestimmenden Ort innerhalb der Stadt, oder ausserhalb derselben in einem Rayon von 1500 m vom Werkplatz, sammt Abladen	„	1,30
Auffüllen von Erde oder herbeigeführtem Schutt zur Abänderung der Neigungen, sammt Feststossen	„	1,20
Umgearbeitetes Pflaster.		
Aufbrechen des Pflasters, Aussuchen und Aufsetzen der Pflastersteine	qm	0,20
Aufbrechen von altem, ungeköpftem Pflaster und Versetzen in neue, 0,18 hohe Sandschicht	„	1,00
Do. in neue, 0,08 hohe Sandschicht	„	0,70
Do. in alte Sandschicht	„	0,55
Aufbrechen von altem, geköpftem Pflaster, Zurichten und Einsetzen in neue, 0,18 hohe Sandschicht	„	1,80
Do. in 0,08 hohe Sandschicht	„	1,50
Aufbrechen von altem, ungeköpftem Pflaster, Köpfen, Zurichten und Versetzen in eine neue, 0,18 hohe Sandschicht	„	2,30
Do. in 0,08 hohe Sandschicht	„	2,00
Aufbrechen von alten Trottoirsteinen, Umarbeiten und Versetzen in Mörtel	„	2,50
Beschotterung.		
Zerklopfte Pflastersteine, vom Unternehmer geliefert	cbm	5,00
Unzerklopfter Ausschuss von Pflastersteinen, vom Unternehmer geliefert	„	2,50
Zerklopfen von ausgeschlossenen Pflastersteinen, die der Stadt gehören	„	2,50

Digitized by Google

X. Maass- und Gewichtstabellen.

Um unsern geschätzten Lesern das lästige Nachschlagen von Tabellen in Taschenbüchern zu ersparen, wollen wir hier eine Vergleichung verschiedener Längenmaasse und Gewichte geben.

1 Meter oder Stab (m) ist gleich 10 Decimetern (dm), gleich 100 Centimetern (cm), gleich 1000 Millimetern (mm), gleich 443,296 par. Linien, gleich 3,18620 preuss. Fuss oder 3,28088 engl. Fuss.

1 Kilometer (km) ist gleich 1000 Meter; 1 Meile gleich 7500 Meter, 1 Hektar gleich 100 Ar, gleich 10 000 Quadratmeter (qm), gleich 3,9166 preuss. Morgen.

1) Vergleichungstabellen verschiedener Landesmaasse.

1) Fusse, Meter.

Meter.	Oesterreich 1′ = 12″	Preussen 1′ = 12″	England 1′ = 12″	Baden, Schweiz 1′ = 10″	Hannover 1′ = 12″	Baiern 1′ = 12″	Württemberg 1′ = 10″	Braunschweig 1′ = 12″	Sachsen 1′ = 12″
100	316,35	318,62	328,09	333,33	342,35	342,63	349,05	350,43	353,12
31,610	100	100,72	103,71	105,37	108,22	108,31	110,34	110,77	111,62
31,385	99,289	100	102,97	104,62	107,45	107,54	109,55	109,98	110,83
30,480	96,423	97,114	100	101,60	104,35	104,43	106,39	106,81	107,63
30,000	94,906	95,586	98,427	100	102,71	102,79	104,72	105,13	105,94
29,210	92,406	93,068	95,833	97,365	100	100,08	101,96	102,36	103,14
29,186	92,331	92,992	95,756	97,286	99,919	100	101,87	102,28	103,06
28,649	90,632	91,282	93,994	95,497	98,081	98,160	100	100,40	101,17
28,536	90,275	90,922	93,624	95,121	97,695	97,773	99,606	100	100,77
28,319	89,588	90,239	92,911	94,397	96,951	97,030	98,848	99,239	100

2) Quadratfusse, Quadratmeter.

100	1000,8	1015,2	1076,4	1111,1	1172,1	1174,0	1218,4	1228,0	1246,9
9,9921	100	101,44	107,56	111,02	117,11	117,30	121,74	122,70	124,59
9,8504	98,582	100	106,03	109,45	115,45	115,64	120,01	120,97	122,83
9,2900	92,974	94,311	100	103,22	108,88	109,06	113,19	114,08	115,84
9,0000	90,071	91,367	96,878	100	105,49	105,66	109,65	110,52	112,22
8,5319	85,388	86,616	91,840	94,799	100	100,16	103,95	104,78	106,39
8,5182	85,249	86,475	91,691	94,646	99,838	100	103,78	104,61	106,22
8,2077	82,142	83,323	88,349	91,196	96,199	96,355	100	100,79	102,34
8,1432	81,496	82,668	87,655	90,480	95,443	95,598	99,214	100	101,54
8,0197	80,260	81,415	86,325	89,107	93,995	94,148	97,709	98,483	100

3) Cubikfusse, Cubikmeter.

100	3166,0	3234,6	3531,6	3703,7	4012,6	4022,4	4252,8	4303,4	4403,2
3,1585	100	102,17	111,55	116,98	126,74	127,05	134,32	135,92	139,08
3,0916	97,881	100	109,18	114,50	124,05	124,35	131,48	133,04	136,13
2,8315	89,649	91,590	100	104,87	113,62	113,90	120,42	121,85	124,68
2,7000	85,483	87,334	95,353	100	108,34	108,60	114,82	116,19	118,89
2,4921	78,903	80,611	88,014	92,301	100	100,24	105,99	107,25	109,73
2,4861	78,711	80,415	87,800	92,078	99,757	100	105,73	106,99	109,47
2,3514	74,447	76,059	83,043	87,090	94,352	94,582	100	101,19	103,54
2,3239	73,571	75,164	82,066	86,070	93,242	93,470	98,824	100	102,32
2,2711	71,904	73,460	80,206	84,114	91,129	91,351	96,584	97,734	100

Digitized by Google

4) Ruthen, Meter.

England. Ruthe (pole) à 16.5′	Hannover. Ruthe à 16′	Sachsen. Ruthe à 15 1/6′	Preussen. Ruthe à 12′	Baden, Schweiz. Ruthe à 10′	Baiern. Ruthe à 10′	Russland. Faden (sashen) à 7′	Frankr. Alte Toise à 6′	Oesterreich. Klafter à 6′

a) 10 Meter = Ruthen, Klafter etc. der verschiedenen Länder:

1,9884	2,1397	2,3283	2,6552	3,3333	3,4263	4,6870	5,1307	5,2726

b) 10 Ruthen etc. der verschiedenen Länder = Meter.

50,291	46,735	42,950	37,662	30,000	29,186	21,336	19,490	18,966

5) Quadratruthen, Quadratmeter.

a) 100 Quadratmeter = Quadratruthen der verschiedenen Länder:

3,9538	4,5738	5,4208	7,0499	11,111	11,740	21,968	26,324	27,800

b) 100 Quadratruthen etc. der verschiedenen Länder = Quadratmeter:

2529,2	2184,2	1844,7	1418,5	900,0	851,81	455,21	379,87	359,71

6) Meilen.

Baden. Meile à 20929′	Oesterr. Meile à 24000′	Preussen. Meile à 24000′	Geogr. Meile 15 = 1° à 7424,0 m	Hannover. Meile à 25400′	Französ.u. engl. Seemeile 20 = 1°	Seemeile 60 = 1°	England. Meile à 5280′	Russland. Werst à 3500′

a) 1 norddeutsche Meile à 7500 Meter = Meilen u. s. w. der versch. Länder:

0,8437	0,9065	0,9957	1,0107	1,0109	1,3476	4,0428	4,6603	7,0305

b) 1 Meile der verschiedenen Länder = norddeutsche Meilen à 7500 Meter:

1,1852	1,0036	1,0043	0,9894	0,9892	0,7419	0,2473	0,2146	0,1422

2) Gewichte.

A. Decimalgewichte.

1 Kilogramm (kg) = 1000 Gramm = 2 Pfund = Gewicht eines Liters Wasser.
1 Dekagramm oder Neuloth = 10 Gramm.
1 Gramm = 10 Decigramm = 100 Centigramm = 1000 Milligramm.
1 Centner = 50 Kilogramm = 100 Pfund = 0,984 engl. Centner.
1 Tonne = 1000 Kilogramm = 2000 Pfund.

B. Preussische Gewichte.

1 Pfund = 30 Loth = 1/2 Kilogramm.
1 Loth = 10 Quentchen = 100 Cent = 1000 Korn.
1 Centner = 100 Pfund. 1 Schiffslast = 40 Centner.
1 Cubikfuss Wasser wiegt 61,74 Pfund.

Das frühere Gewichtssystem war:
1 Pfund = 32 Loth = 128 Quentchen = 575 Grän = 467,7 Gramm.
1 Centner = 110 Pfund. 1 Schiffslast = 4000 Pfund.

C. Oesterreichische Gewichte.

Der Gebrauch der metrischen Gewichte ist seit dem 1. Januar 1873 gestattet; vom 1. Januar 1876 sind dieselben ganz ausschliesslich anzuwenden und der Gebrauch der alten Gewichte mit Ausnahme der Schiffstonnen im Schifffahrtsverkehr untersagt.
1 (Wiener) Pfund = 32 Loth = 560,012 Gramm. 1 Loth = 4 Quentchen.
1 Centner = 5 Stein = 100 Pfund. 1 Schiffstonne = 20 Centner.

D. Englische Gewichte.

1 Pfund Avoirdupois = 453,598 Gramm = 27,216 Loth Zollgewicht.
1 Pfund Troy-Gewicht = 5760 Grains = 373,246 Gramm.
1 Tonne = 20 Centner = 160 Stein = 2240 Av. Pfund = 2032 preuss. Pfund.
1 Centner = 112 Av. Pfund = 1,016 norddeutsche Centner = 50,8 Kilogramm.
1 engl. Cubikfuss Wasser wiegt 62,33 Av. Pfund.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google